



TUGAS AKHIR - TJ 141502

***Pengembangan Aplikasi "MedCap", Pengukuran Kesesuaian Gerakan Untuk Menerapkan Sistem Self - Physical Rehabilitation Menggunakan Microsoft Kinect***

Harista Agam Mahadika  
NRP 2913100005

Dosen Pembimbing  
Dr. Supeno Mardi Susiki, ST., MT.  
Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT.

JURUSAN TEKNIK KOMPUTER  
Fakultas Teknologi Elektro  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017





FINAL PROJECT - TJ 141502

***"MedCap" Application Development, Measurement of Movement Suitability To Implement Self-Physical Rehabilitation System Using Microsoft Kinect***

Harista Agam Mahadika  
NRP 2913100005

Advisors  
Dr. Supeno Mardi Susiki, ST., MT.  
Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT.

Department of Computer Engineering  
Faculty of Electrical Technology  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017



# PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul **"Pengembangan Aplikasi MedCap, Pengukuran Kesesuaian Gerakan Untuk Menerapkan Sistem Self - Physical Rehabilitation Menggunakan Microsoft Kinect"** adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Juli 2017



Harista Agam Mahadika

NRP. 2913100005

## LEMBAR PENGESAHAN

### Pengembangan Aplikasi "MedCap", Pengukuran Kesesuaian Gerakan Untuk Menerapkan Sistem *Self - Physical Rehabilitation* Menggunakan *Microsoft Kinect*

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh : Harista Agam Mahadika (NRP: 2913100005)

Tanggal Ujian : 11 Juli 2017

Periode Wisuda : September 2017

Disetujui oleh:

Dr. Supeno Mardi Susiki, S.T., M.T.

NIP: 197003131995121001

(Pembimbing I)

Dr. I Ketut Eddy Purnama, S.T., M.T.

NIP: 196907301995121001

(Pembimbing II)

Muhtadin, S.T., M.T.

NIP: 198106092009121003

(Penguji I)

Dr. Surya Sumpeno, S.T., M.Sc.

NIP: 196906131997021003

(Penguji II)

Arief Kurniawan, S.T., M.T.

NIP: 197409072002121001

(Penguji III)

Mengetahui  
Kepala Departemen Teknik Komputer  
Dr. I Ketut Eddy Purnama, S.T., M.T.  
NIP: 196907301995121001



## ABSTRAK

Nama Mahasiswa : Harista Agam Mahadika  
Judul Tugas Akhir : Pengembangan Aplikasi "MedCap",  
Pengukuran Kesesuaian Gerakan Untuk  
Menerapkan Sistem Self - Physical  
Rehabilitation Menggunakan Microsoft Kinect  
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Supeno Mardi Susiki, ST., MT.  
2. Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT.

Fisioterapi merupakan sebuah program studi yang terbilang baru di Indonesia. Oleh karena itu, tenaga kerja fisioterapi belum begitu mencukupi dari jumlah *subject* yang ada. Hal ini berakibat pada kurangnya perhatian perawatan yang dilakukan oleh fisioterapis. Self-Physical Rehabilitation merupakan sebuah solusi dimana *subject* dapat melakukan rehabilitasi secara mandiri. Namun, beberapa *subject* tidak berhasil dalam Self-Physical Rehabilitation tersebut, dikarenakan gerakan rehabilitasi yang salah. Pembuatan "MedCap" sebagai sistem Self-Rehabilitation System dapat membantu *subject* untuk melakukan gerakan rehabilitasi dengan benar secara mandiri. "MedCap" menggunakan Microsoft Kinect untuk menentukan gerakan yang akurat dengan metode proses perhitungan kesesuaian gerakan *Euclidean Distance*. Dengan begitu, kesesuaian gerakan *subject* dapat dijadikan sebuah feedback untuk mengetahui tingkat kesesuaian gerakan dari program rehabilitasi yang dijalani. Pengujian pertama yang dilakukan ialah mencari jarak optimum dalam melakukan gerakan rehabilitasi, dan hasil yang didapatkan ialah rentang jarak 2.25 meter hingga 3 meter terhadap *Kinect*. Selain itu, pengujian kedua merupakan pengujian performa perangkat lunak. Hasilnya ialah, sistem dapat merekam dan memberikan nilai kesesuaian gerakan sebesar 41,345 % pada modul gerakan pertama, 58,22 % pada modul gerakan kedua dan 39,48 % pada modul ketiga. Hasil pengujian kedua tersebut mengindikasikan bahwa kamera *Kinect* tidak bisa merekam beberapa jenis gerakan referensi.

Kata kunci : Physical Rehabilitation, Self-Physical Rehabilitation, Microsoft Kinect.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## ABSTRACT

*Name* : Harista Agam Mahadika  
*Title* : "MedCap" Application Development,  
Measurement of Movement Suitability To  
Implement Self-Physical Rehabilitation System  
Using Microsoft Kinect  
*Advisors* : 1. Dr. Supeno Mardi Susiki, ST., MT.  
2. Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT.

*Physiotherapy is a relatively new program study in Indonesia. Therefore, the labor of physiotherapy yet so insufficient number of subjects. This resulted in a lack of attention to maintenance performed by a physiotherapist. Self-Physical Rehabilitation is a solution where the subject can perform rehabilitation independently. However, some subject do not succeed in the Self-Physical Rehabilitation, because wrong rehabilitation moves. Making "MedCap" as a system of Self-Physical Rehabilitation system can help subject to perform rehabilitation movement correctly independently. "MedCap" using the Microsoft Kinect to determine the accurate movement with the Euclidean Distance movement suitability calculation method. Thus, the suitability movement of subject can be used as a feedback to determine the level of conformity of the rehabilitation movement. The first test is to find the optimal distance in the rehabilitation movement, and the results obtained is a range of distance between 2.25 meters until 3 meters distance to Kinect. In addition, the second test is a test performed to determine the performance of software. The result is that the system can record and assign a movement suitability value of 41.345% in the first motion module, 58.22% in the second motion module and 39.48% in the third module. The second test results indicate that Kinect camera's can not record some type of reference movement.*

*Keywords: Physical Rehabilitation, Self-Physical Rehabilitation, Microsoft Kinect.*

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kehadiran Tuhan YME atas segala limpahan berkah, serta rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul : ***Pengembangan Aplikasi "MedCap", Pengukuran Kesesuaian Gerakan Untuk Menerapkan Sistem Self - Physical Rehabilitation Menggunakan Microsoft Kinect.***

Tugas akhir ini disusun dalam rangka pemenuhan bidang riset di Jurusan Teknik Komputer ITS, Bidang Studi Game dan Perangkat Mobile, serta digunakan sebagai persyaratan menyelesaikan pendidikan S-1. Tugas akhir ini dapat terselesaikan tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Keluarga, Ibu, Bapak dan Saudara yang telah memberikan dorongan spiritual dan material serta seluruh kerabat dan kolega penulis yang banyak membantu proses dalam menyelesaikan buku penelitian ini.
2. Bapak Dr. I Ketut Eddy Purnama, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Komputer, Fakultas Teknologi Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
3. Secara khusus penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. Supeno Mardi Susiki, ST., MT. dan Bapak Christyowidiasmoro, ST., MT. atas bimbingan selama mengerjakan penelitian.
4. Bapak-ibu dosen pengajar Bidang Studi Game dan Perangkat Mobile, atas pengajaran, bimbingan, serta perhatian yang diberikan kepada penulis selama ini.
5. Rekan tim Lanius Labs dan Agni Monkey atas fasilitas dan dukungan selama pengerjaan tugas akhir ini.
6. Seluruh teman-teman angkatan e-53 serta teman-teman B201crew Laboratorium Bidang Studi Teknik Komputer dan Telematika.

Kesempurnaan hanya milik Tuhan, untuk itu penulis memohon segenap kritik dan saran yang membangun serta menghatur maaf atas segala kekurangan yang ada dalam penulisan buku ini.

Surabaya, Juli 2017  
Penulis

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan .....	1
1.3 Tujuan.....	1
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Sistematika Penulisan .....	2
1.6 Relevansi.....	3
BAB 2 TEORI PENUNJANG .....	5
2.1 Fisioterapi .....	5
2.2 Rehabilitasi .....	6
2.2.1 Prinsip Rehabilitasi.....	6
2.2.2 Tahap Rehabilitasi .....	7
2.2.3 Mobilisasi .....	7
2.3 <i>Euclidean Distance</i> .....	10
2.4 Motion Capture.....	11
2.4.1 Optical Motion Capture.....	13
2.4.2 Kamera Kinect .....	14
2.4.3 Database Animasi .....	16
2.5 Unity3D .....	18
2.5.1 Microsoft Kinect Unity SDK.....	18
BAB 3 DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM .....	19
3.1 Desain Sistem .....	19
3.2 Alur Kerja Sistem .....	19
3.3 Pengambilan Data <i>Joint</i> yang Benar dan Sesuai.....	20
3.3.1 Integrasi Unity3D dengan Kinect .....	21
3.3.2 Penentuan Joint.....	23

3.3.3 Proses Perekaman .....	24
3.3.4 Database Gerakan .....	26
3.3.5 Animasi Model 3D .....	26
3.3.6 Desain <i>User Interface</i> Proses Perekaman Gerakan yang Benar dan Sesuai.....	28
3.4 Pengambilan Data <i>Joint Subject</i> Saat Rehabilitasi.....	28
3.4.1 Menginisialisasi Data Titik Vektor <i>Joint</i> .....	30
3.4.2 Perekaman Gerakan <i>Subject</i> Saat Rehabilitasi .....	32
3.4.3 Animasi Model 3D <i>Subject</i> Rehabilitasi.....	32
3.4.4 Desain <i>User Interface</i> Pengambilan Data <i>Joint Subject</i> Saat Rehabilitasi .....	33
3.5 Perhitungan Tingkat Kesesuaian Gerakan .....	33
3.5.1 Nilai <i>Feedback</i> .....	34
BAB 4 PENGUJIAN DAN ANALISA .....	37
4.1 Pengujian Kemampuan <i>Tracking</i> Kinect Terhadap Jarak.....	38
4.2 Pengujian Kemampuan <i>Tracking</i> Kinect Terhadap Gerakan Referensi .....	91
BAB 5 PENUTUP .....	107
5.1 Kesimpulan .....	107
5.2 Penelitian Selanjutnya.....	107
DAFTAR PUSTAKA .....	109
LAMPIRAN.....	111
BIOGRAFI PENULIS .....	123

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Reflective markers</i> menempel pada kulit untuk mengidentifikasi <i>bone</i> dan gerakan tubuh .....	12
Gambar 2.2 <i>Tracking</i> siluet.....	13
Gambar 2.3 Pancaran sinar <i>inframerah</i> kamera Kinect .....	15
Gambar 2.4 Dua puluh posisi <i>joint</i> yang ditangkap oleh <i>Kinect</i> .....	16
Gambar 2.5 Gerakan penari, yang ditangkap melalui <i>Optical Motion Capture</i> dapat disimpan dalam database animasi, kemudian dianalisis dan digunakan kembali. ....	17
Gambar 3.1 Gambaran umum desain sistem.....	19
Gambar 3.2 Diagram alir alur kerja sistem .....	20
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> proses pengambilan data <i>joint</i> yang benar dan sesuai .....	21
Gambar 3.4 Diagram alir pengambilan data <i>Kamera Kinect</i> .....	22
Gambar 3.5 <i>Interface</i> dari <i>Kinect Studio v.1.8.0.</i> ....	22
Gambar 3.6 Diagram algoritma penentuan <i>joint</i> .....	23
Gambar 3.7 Diagram algoritma proses perekaman .....	24
Gambar 3.8 Gambar Ilustrasi proses perekaman gerakan rehabilitasi ..	25
Gambar 3.9 Ilustrasi penggunaan database gerakan rehabilitasi .....	26
Gambar 3.10 Diagram algoritma proses animasi .....	27
Gambar 3.11 Tampilan <i>User Interface</i> pada proses perekaman gerakan yang benar dan sesuai .....	28
Gambar 3.12 Ilustrasi proses pengambilan data <i>joint Subject</i> .....	29
Gambar 3.13 Gambar ilustrasi proses inisialisasi data titik vektor <i>joint</i> yang ingin direkam .....	30
Gambar 3.14 Diagram algoritma proses inisialisasi data <i>joint Subject</i> rehabilitasi .....	31
Gambar 3.15 Diagram algoritma proses pengambilan data <i>joint Subject</i> rehabilitasi secara <i>real-time</i> .....	32
Gambar 3.16 <i>User Interface</i> dari proses pengambilan data <i>joint Subject</i> saat melakukan <i>Self-Physical Rehabilitation</i> .....	33
Gambar 3.17 Diagram algoritma proses perhitungan nilai kesesuaian gerakan dengan metode <i>euclidean distance</i> .....	34
Gambar 3.18 Diagram algoritma proses perhitungan indikator kesesuaian .....	35
Gambar 3.19 <i>Flowchart</i> desain sistem saat <i>Subject</i> melakukan <i>Self-Physical Rehabilitation</i> .....	36
Gambar 4.1 Grafik pengaruh jarak terhadap nilai kesesuaian gerakan ..	87

Gambar 4.2 Grafik pengaruh jarak terhadap waktu penyelesaian.....	87
Gambar 4.3 Grafik pengaruh jarak terhadap nilai kesesuaian gerakan 1 .....	88
Gambar 4.4 Grafik pengaruh jarak terhadap nilai kesesuaian gerakan 2 .....	89
Gambar 4.5 Grafik pengaruh jarak terhadap nilai kesesuaian gerakan 3 .....	89
Gambar 4.6 Grafik pengaruh jarak terhadap nilai kesesuaian gerakan 4 .....	90
Gambar 4.7 Grafik pengaruh jarak terhadap nilai kesesuaian gerakan 5 .....	90
Gambar 4.8 Grafik pengujian pada modul 1, pengaruh berbagai jenis gerakan referensi terhadap performa perangkat lunak.....	103
Gambar 4.9 Grafik pengujian pada modul 2, pengaruh berbagai jenis gerakan referensi terhadap performa perangkat lunak.....	104
Gambar 4.10 Grafik pengujian pada modul 3, pengaruh berbagai jenis gerakan referensi terhadap performa perangkat lunak.....	105
Gambar 4.11 Grafik perbandingan rata-rata nilai kesesuaian gerak dari setiap modul .....	105



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Spesifikasi Komputer .....	37
Tabel 4.2 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 1.25 meter pada <i>subject</i> 149 cm.....	39
Tabel 4.3 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 1.5 meter pada <i>subject</i> 149 cm.....	40
Tabel 4.4 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 1.75 meter pada <i>subject</i> 149 cm.....	41
Tabel 4.5 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 2 meter pada <i>subject</i> 149 cm.....	42
Tabel 4.6 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 2.25 meter pada <i>subject</i> 149 cm.....	43
Tabel 4.7 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 2.5 meter pada <i>subject</i> 149 cm.....	44
Tabel 4.8 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 2.75 meter pada <i>subject</i> 149 cm.....	45
Tabel 4.9 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 3 meter pada <i>subject</i> 149 cm.....	46
Tabel 4.10 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 1.25 meter pada <i>subject</i> 150 cm.....	47
Tabel 4.11 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 1.5 meter pada <i>subject</i> 150 cm.....	48
Tabel 4.12 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 1.75 meter pada <i>subject</i> 150 cm.....	49
Tabel 4.13 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 2 meter pada <i>subject</i> 150 cm.....	50
Tabel 4.14 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 2.25 meter pada <i>subject</i> 150 cm.....	51
Tabel 4.15 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 2.5 meter pada <i>subject</i> 150 cm.....	52
Tabel 4.16 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 2.75 meter pada <i>subject</i> 150 cm.....	53
Tabel 4.17 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 3 meter pada <i>subject</i> 150 cm.....	54
Tabel 4.18 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 1.25 meter pada <i>subject</i> 151 cm.....	55
Tabel 4.19 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 1.5 meter pada <i>subject</i> 151 cm.....	56

Tabel 4.20 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 1.75 meter pada <i>subject</i> 151 cm.....	57
Tabel 4.21 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 2 meter pada <i>subject</i> 151 cm.....	58
Tabel 4.22 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 2.25 meter pada <i>subject</i> 151 cm.....	59
Tabel 4.23 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 2.5 meter pada <i>subject</i> 151 cm.....	60
Tabel 4.24 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 2.75 meter pada <i>subject</i> 151 cm.....	61
Tabel 4.25 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 3 meter pada <i>subject</i> 151 cm.....	62
Tabel 4.26 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 1.25 meter pada <i>subject</i> 164 cm.....	63
Tabel 4.27 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 1.5 meter pada <i>subject</i> 164 cm.....	64
Tabel 4.28 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 1.75 meter pada <i>subject</i> 164 cm.....	65
Tabel 4.29 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 2 meter pada <i>subject</i> 164 cm.....	66
Tabel 4.30 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 2.25 meter pada <i>subject</i> 164 cm.....	67
Tabel 4.31 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 2.5 meter pada <i>subject</i> 164 cm.....	68
Tabel 4.32 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 2.75 meter pada <i>subject</i> 164 cm.....	69
Tabel 4.33 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 3 meter pada <i>subject</i> 164 cm.....	70
Tabel 4.34 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 1.25 meter pada <i>subject</i> 170 cm.....	71
Tabel 4.35 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 1.5 meter pada <i>subject</i> 170 cm.....	72
Tabel 4.36 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 1.75 meter pada <i>subject</i> 170 cm.....	73
Tabel 4.37 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 2 meter pada <i>subject</i> 170 cm.....	74
Tabel 4.38 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 2.25 meter pada <i>subject</i> 170 cm.....	75

Tabel 4.39 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 2.5 meter pada <i>subject</i> 170 cm.....	76
Tabel 4.40 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 2.75 meter pada <i>subject</i> 170 cm.....	77
Tabel 4.41 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 3 meter pada <i>subject</i> 170 cm.....	78
Tabel 4.42 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 1.25 meter pada <i>subject</i> 178 cm.....	79
Tabel 4.43 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 1.5 meter pada <i>subject</i> 178 cm.....	80
Tabel 4.44 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 1.75 meter pada <i>subject</i> 178 cm.....	81
Tabel 4.45 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 2 meter pada <i>subject</i> 178 cm.....	82
Tabel 4.46 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 2.25 meter pada <i>subject</i> 178 cm.....	83
Tabel 4.47 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 2.5 meter pada <i>subject</i> 178 cm.....	84
Tabel 4.48 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 2.75 meter pada <i>subject</i> 178 cm.....	85
Tabel 4.49 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan jarak 3 meter pada <i>subject</i> 178 cm.....	86
Tabel 4.50 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan Modul 1 – Latihan Kepala dan Leher .....	92
Tabel 4.51 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan Modul 1 – Latihan Bahu dan Lengan .....	93
Tabel 4.52 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan Modul 1 – Latihan Punggung .....	94
Tabel 4.53 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan Modul 1 – Latihan Paha.....	96
Tabel 4.54 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan Modul 2 – Leher .....	97
Tabel 4.55 Hasil pengujian kemampuan <i>tracking</i> kamera Kinect dengan Modul 3 – Latihan Pertama (Berdiri) .....	101

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Fisioterapi merupakan bidang ilmu yang menitikberatkan pada penstabilan atau memperbaiki gangguan fungsi alat gerak atau fungsi tubuh yang terganggu, kemudian diikuti dengan proses atau metode terapi gerak. Berdasarkan data statistik dari Ikatan Fisioterapi Indonesia [1], Indonesia mempunyai tenaga kerja fisioterapis yang terdaftar sejumlah 5832. Menurut Badan Litbangkes Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, jumlah penderita stroke dan jantung koroner pada tahun 2013 mencapai 5.318.349. Tenaga kerja fisioterapis tentu sangat dibutuhkan dalam menangani penyakit-penyakit tersebut, tetapi jumlah fisioterapis tidak sebanding dengan jumlah *subject* yang ada. Satu fisioterapis harus menangani banyak *subject*, yang berakibat, banyak *subject* yang tidak mendapatkan perawatan yang efektif dan terus menerus oleh fisioterapis. *Self-Physical Rehabilitation* atau rehabilitasi fisik yang dilakukan secara sendiri adalah pilihan yang baik untuk menghemat biaya, serta *subject* dapat melakukan rehabilitasi kapan saja ketika mereka ingin melakukannya [2]. Namun, beberapa *subject* tidak berhasil dalam *Self-Physical Rehabilitation* tersebut karena kesalahan pada gerakan rehabilitasi.

Penelitian tentang *Self-Physical Rehabilitation* telah menggunakan berbagai jenis perangkat teknologi, seperti ponsel dan aksesoris permainan karena kemampuan deteksi sensor masing-masing perangkat sangat bagus dan lebih murah daripada perangkat medis [2]. Salah satu gadget yang paling dikenal ialah Kinect. Penelitian A. Fernandez-Baena, et al. [3] yang mempelajari tentang perbandingan kinerja sistem penangkap gerak dari penangkap gerak Optical dan Kinect, menunjukkan hasil bahwa Kinect dapat mendeteksi sudut sendi secara akurat dengan kesalahan kurang sedikit dari 10%. Hasil tersebut, menunjukkan hasil yang baik, karena pendeteksian kesalahan gerakan sangat mendekati dengan kesalahan gerakan yang dipantau langsung oleh fisioterapis.

Microsoft Kinect, sebagai sensor penangkap gerak memiliki output berupa data gerakan yang dilakukan oleh *subject*, sehingga hasilnya dapat memberikan feedback kepada *subject* tentang tingkat

kesesuaian gerakan rehabilitasi. Dengan demikian, *subject* dapat mengetahui tingkat kesembuhan dari program rehabilitasi yang ia lakukan melalui feedback tersebut. Diharapkan dengan adanya aplikasi ini, dapat membantu *subject* untuk menjalani rehabilitasi dengan benar secara mandiri.

## **1.2 Permasalahan**

Banyak *subject* melakukan kesalahan gerakan pada Self-Physical Rehabilitation dikarenakan belum ada suatu sistem atau media sebagai alat bantu dalam melakukan gerakan rehabilitasi. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah sistem dalam mengukur salah benarnya gerakan rehabilitasi yang dilakukan dan dapat memberikan feedback berupa tingkat kesesuaian gerakan rehabilitasi yang dilakukan oleh *subject*.

## **1.3 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sebuah aplikasi “MedCap”, sistem *Self-Physical Rehabilitation* dengan memanfaatkan *Microsoft Kinect* untuk membantu *subject* dalam melakukan gerakan rehabilitasi dengan benar, secara mandiri. Sistem ini menghasilkan nilai output yang berupa feedback sebagai acuan tingkat kesesuaian gerakan rehabilitasi yang dilakukan oleh *subject* dengan harapan dapat menjadi alat bantu *subject* dalam melakukan gerakan rehabilitasi yang sesuai.

## **1.4 Batasan Masalah**

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, diberikan beberapa batasan masalah, diantaranya sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan sebatas membuat sistem pengukuran kesesuaian gerakan.
2. Pengujian hanya menerapkan beberapa gerakan rehabilitasi .

## **1.5 Sistematika Penulisan**

Laporan penelitian tugas akhir ini tersusun dalam sistematika dan terstruktur sehingga lebih mudah dipahami dan dipelajari oleh pembaca

maupun seseorang yang hendak melanjutkan penelitian ini. Alur sistematika penulisan laporan penelitian ini yaitu :

1. Bab I Pendahuluan

Bab ini berisi uraian tentang latar belakang, permasalahan, tujuan, metodologi, sistematika laporan dan relevansi.

2. Bab II Tinjauan Pustaka

Pada bab ini berisi tentang uraian secara sistematis teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas pada tugas akhir ini. Teori-teori ini digunakan sebagai dasar dalam tugas akhir, yaitu Fisioterapi, *Physical Rehabilitation*, *Microsoft Kinect*, metode *Ecludian Distance* dan teori-teori penunjang lainnya.

3. Bab III Desain dan Implementasi Sistem

Bab ini berisi tentang penjelasan terkait sistem yang dibuat. Guna mendukung itu digunakanlah diagram alir, *flowchart*, dan *pseudocode* agar sistem mudah dipahami dan diimplementasikan.

4. Bab IV Pengujian dan Analisa

Bab ini menjelaskan tentang pengujian yang dilakukan terhadap sistem dalam penelitian ini dan menganalisa sistem. Spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan juga disebutkan dalam bab ini. Tujuannya adalah sebagai variabel kontrol dari pengujian yang dilakukan.

5. Bab V Penutup

Bab ini merupakan penutup yang berisi kesimpulan yang diambil dari penelitian dan pengujian yang telah dilakukan. Saran dan kritik yang membangun untuk mengembangkan lebih lanjut juga dituliskan pada bab ini.

## 1.6 Relevansi

Penelitian ini memiliki relevansi dengan penelitian-penelitian tentang *Self-Physical Rehabilitation* sebelumnya. Penelitian ini juga berkaitan dengan pengembangan aplikatif kamera Kinect pada *Unity3d*.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## BAB 2

### TEORI PENUNJANG

Untuk mendukung penelitian dalam tugas akhir ini, dibutuhkan beberapa teori penunjang sebagai bahan acuan dan referensi. Dengan demikian penelitian ini lebih terarah.

#### 2.1 Fisioterapi

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.778 Tahun 2008 tentang Pedoman Pelayanan Fisioterapi di Sarana Kesehatan, fisioterapi adalah suatu layanan kesehatan yang ditujukan untuk individu dan atau kelompok dalam upaya mengembangkan, memelihara, dan memulihkan gerak dan fungsi sepanjang daur kehidupan dengan menggunakan modalitas fisik, agen fisik, mekanis, gerak, dan komunikasi. Fisioterapi dapat melatih *subject* dengan olahraga khusus, penguluran dan bermacam-macam teknik dan menggunakan beberapa alat khusus untuk mengatasi masalah yang dihadapi *subject* yang tidak dapat diatasi dengan latihan-latihan fisioterapi. Pelayanan fisioterapi meliputi upaya peningkatan kesehatan, pencegahan penyakit, penyembuhan dan pemulihan gangguan sistem gerak dan fungsi dalam rentang dari praseminasi sampai ajal, yang terdiri dari beberapa upaya, yaitu :  $p_1 = \{x_1, y_1, z_1\} \rightarrow P = \{p_1, p_2, p_3, \dots, p_n\}$

- a. Peningkatan dan pencegahan, pelayanan fisioterapi dapat dilakukan pada pusat kebugaran, pusat kesehatan kerja, sekolah, kantor, pusat panti usia lanjut, pusat olahraga, tempat kerja atau industri dan pada pusat-pusat pelayanan umum.
- b. Penyembuhan dan pemulihan (Rehabilitatif), pelayanan fisioterapi dapat dilakukan pada rumah sakit, rumah perawatan, panti asuhan, pusat rehabilitasi, tempat praktik, klinik privat, klinik rawat jalan, puskesmas, rumah tempat tinggal, pusat pendidikan dan penelitian.

Dalam pelayanan fisioterapi medis terdapat pengembangan pelayanan medik didasari pada spesifikasi masalah kesehatan *subject*, yaitu Fisioterapi *Muskuloskeletal* (penyembuhan dan pemulihan anggota gerak tubuh dari otot, tulang, sendi, jaringan ikat), Fisioterapi

*Kardiovaskulopulmonal* (penyembuhan dan pemulihan pada gangguan jantung, pembuluh darah dan paru), Fisioterapi *Neuromuskular* (penyembuhan dan pemulihan pada gangguan sistem syaraf pusat dan sistem syaraf tepi), Fisioterapi *Integument* (penyembuhan dan pemulihan pada kecacatan fisik dan kulit).

## **2.2 Rehabilitasi**

Rehabilitasi adalah suatu program yang disusun untuk memberi kemampuan kepada penderita yang mengalami disabilitas fisik dan atau penyakit kronis, agar mereka dapat hidup atau bekerja sepenuhnya sesuai dengan kapasitasnya (Harsono, 1996).

Program rehabilitasi menurut Ibrahim (2001) tidak hanya terbatas pada pemulihan kondisi semata, tetapi juga mencakup rehabilitasi yang bersifat psikososial, penuh dengan kasih sayang serta empati yang luas, guna membangkitkan penderita. Rehabilitasi medik meliputi tiga hal, yaitu rehabilitasi medikal, sosial, dan vokasional.

Peningkatan dan pencegahan, pelayanan fisioterapi dapat dilakukan pada pusat kebugaran, pusat kesehatan kerja, sekolah, kantor, pusat panti usia lanjut, pusat olahraga, tempat kerja atau industri dan pada pusat-pusat pelayanan umum.

- a. Rehabilitasi medik merupakan upaya mengembalikan kemampuan klien secara fisik pada keadaan semula sebelum sakit dalam waktu sesingkat mungkin.
- b. Rehabilitasi sosial merupakan upaya bimbingan sosial berupa bantuan sosial guna memperoleh lapangan kerja
- c. Rehabilitasi vokasional merupakan upaya pembinaan yang bertujuan agar penderita cacat menjadi tenaga produktif serta dapat melaksanakan pekerjaannya sesuai dengan kemampuannya.

### **2.2.1 Prinsip Rehabilitasi**

Prinsip-prinsip rehabilitasi menurut Harsono (1996) adalah :

- 1) Rehabilitasi dimulai sedini mungkin, bahkan dapat dikatakan bahwa rehabilitasi segera dimulai sejak dokter melihat penderita untuk pertama kalinya.
- 2) Tidak ada seorang penderita yang boleh berbaring satu hari lebih lama dari waktu yang diperlukan, karena akan mengakibatkan komplikasi.

- 3) Rehabilitasi merupakan terapi multidisipliner terhadap seorang penderita dan rehabilitasi merupakan terapi terhadap seorang penderita seutuhnya.
- 4) Faktor yang paling penting dalam rehabilitasi adalah kontinuitas perawatan.
- 5) Perhatian untuk rehabilitasi lebih dikaitkan dengan sisa kemampuan fungsi *neuromuskuler* yang masih ada, atau dengan sisa kemampuan yang masih dapat diperbaiki dengan latihan.
- 6) Dalam pelaksanaan rehabilitasi termasuk pula upaya pencegahan serangan berulang.
- 7) Pihak medis, paramedik dan pihak lainnya termasuk keluarga berperan untuk memberikan pengertian, petunjuk, bimbingan dan dorongan agar penderita selalu mempunyai motivasi yang kuat.

### **2.2.2 Tahap Rehabilitasi**

- 1) Rehabilitasi Stadium Akut

Sejak awal tim rehabilitasi medik sudah diikutkan, terutama untuk mobilisasi. Programnya dijalankan oleh tim, biasanya latihan aktif dimulai sesudah prosesnya stabil, 24-72 jam sesudah serangan, kecuali pendarahan. Sejak awal, terapi *speech* diikutsertakan untuk melatih otot-otot menelan yang biasanya terganggu pada stadium akut.

- 2) Rehabilitasi Stadium Sub-Akut

Pada stadium ini kesadaran membaik, penderita mulai menunjukkan tanda-tanda depresi, fungsi bahasa mulai dapat terperinci.

- 3) Rehabilitasi Stadium Kronik

Pada saat ini terapi kelompok telah ditekankan, dimana terapi ini biasanya sudah dapat dimulai pada akhir stadium sub-akut. Keluarga penderita lebih banyak dilibatkan dan pekerja medik sosial dan psikolog harus lebih aktif dalam memantau penderita.

### **2.2.3 Mobilisasi**

Mobilisasi adalah hal yang menyebabkan Bergeraknya sesuatu (Ramali, Pamoentjak, 1996). Tujuan mobilisasi pada penderita stroke menurut Hoeman (1996) adalah :

- 1) Mempertahankan *range of motion*.
- 2) Memperbaiki fungsi pernafasan dan sirkulasi.
- 3) Menggerakkan seseorang secara dini pada fungsi aktifitas meliputi gerakan di tempat tidur, duduk, berdiri dan berjalan.
- 4) Mencegah masalah komplikasi.
- 5) Meningkatkan kesadaran diri dari bagian *hemiplegi*.
- 6) Meningkatkan kontrol dan keseimbangan duduk dan berdiri.
- 7) Memaksimalkan aktivitas perawatan diri.

Program mobilisasi segera dijalankan oleh tim, dimulai 24-72 jam setelah serangan pada penderita kecuali pada pendarahan. Penderita dengan stroke harus dimobilisasi dan dilakukan fisioterapi sedini mungkin, apabila kondisi klinis neurologis dan hemodinamik stabil.

### **Mobilisasi Dini**

- a. Pelaksanaan mobilisasi dini posisi tidur.
  - 1) Berbaring terlentang: Posisi kepala, leher, dan punggung harus lurus. Letakkan bantal dibawah lengan yang lumpuh secara hati-hati, sehingga bahu terangkat ke atas dengan lengan agak ditinggikan dan memutar ke arah luar, siku dan pergelangan tangan agak ditinggikan. Letakkan pula bantal dibawah paha yang lumpuh dengan posisi agak memutar kearah dalam, lutut agak ditekuk.
  - 2) Miring ke sisi yang sehat: Bahu yang lumpuh harus menghadap ke depan, lengan yang lumpuh memeluk bantal dengan siku di luruskan. Kaki yang lumpuh diletakkan di depan, di bawah paha dan tungkai diganjal bantal, lutut ditekuk.
  - 3) Miring ke sisi yang lumpuh: Lengan yang lumpuh menghadap ke depan, pastikan bahwa bahu penderita tidak memutar secara berlebihan. Tungkai agak ditekuk, tungkai yang sehat menyilang di atas tungkai yang lumpuh dengan diganjal bantal.

- b. Latihan gerak sendi (*range of motion*)

Latihan gerak sendi aktif adalah penderita menggunakan ototnya untuk melakukan gerakan (Hoeman, 1996). Menggambarkan gerakan sistematis, dengan rangkaian urutan selama atau setiap tahap. Menampilkan rangkaian latihan 2x sehari (Kozier, 1995).

Latihan gerak sendi pasif adalah perawat menggerakkan anggota gerak dan memerintahkan keikutsertaan penderita agar terjadi gerakan penuh (Hoeman, 1996).

1) Latihan gerak sendi pada anggota gerak atas menurut Hoeman (1996) adalah :

a) Fleksi/ekstensi

Dukung lengan dengan pergelangan tangan dan siku, angkat lengan lurus melewati kepala klien, istirahatkan lengan terlentang diatas kepala di tempat tidur.

b) Abduksi/adduksi

Dukung lengan di pergelangan dengan telapak tangan dan siku dari tubuhnya klien, geser lengan menjauh menyamping dari badan, biarkan lengan berputar dan berbalik sehingga mencapai sudut 90o dari bahu.

c) Siku fleksi/ekstensi

Dukung siku dan pergelangan tangan, tekuk lengan klien sehingga lengan menyentuh ke bahu, luruskan lengan ke depan.

d) Pergelangan tangan

Dukung pergelangan tangan dan tangan klien dan jari-jari dengan jari yang lain; tekuk pergelangan tangan ke depan dan menggenggam, tekuk pergelangan tangan ke belakang dan tegakkan jari-jari, gerakkan pergelangan tangan ke lateral.

e) Jari fleksi.ekstensi

Dukung tangan klien dengan memegang telapak tangan, tekuk semua jari sekali, luruskan semua jari sekali.

2) Latihan gerak sendi pada anggota gerak bawah menurut Hoeman (1996) adalah:

a) Pinggul fleksi

Dukung dari bawah lutut dan tumit klien, angkat lutut mengarah ke dada, tekuk pinggul sedapat mungkin, biarkan lutut menekuk sedikit atau dengan toleransi klien.

b) Pinggul fleksi/kekuatan

Dukung dari bawah lutut dan tumit klien, mengangkat kaki klien diluruskan setinggi mungkin, pegang sampai hitungan kelima.

c) Lutut fleksi/ekstensi

Dukung kaki bila perlu tumit dan belakang lutut, tekuk setinggi 90 derajat dan luruskan lutut.

d) Jari kaki fleksi/ekstensi

Dukung telapak kaki klien, tekuk semua jari menurun dan dorong semua jari ke belakang.

e) Tumit inverse

Dukung kaki klien di tempat tidur dengan satu tangan dan pegang telapak kaki dengan tangan yang lain, putar telapak kaki keluar, putar telapak kaki ke dalam.

### 3) Latihan Duduk

Latihan di mulai dengan meninggikan letak kepala secara bertahap untuk kemudian dicapai posisi setengah duduk dan pada akhirnya posisi duduk. Latihan duduk secara aktif sering kali memerlukan alat bantu, misalnya trapeze untuk pegangan penderita (Harsono, 1996).

Bangun duduk dilakukan dengan bantuan perawat yang memegang kuat siku sisi yang lumpuh pada tempat tidur, dengan tangan yang lain berjabatan tangan dengan tangan penderita yang sehat. Siku penderita yang sakit harus berada langsung di bawah bahu, bukan di belakang bahu. Latihan ini diulang-ulang sampai penderita merasakan gerakannya. Penyanggaan berat di siku yang menyebar ke atas sendi bahu sisi yang mampu merupakan bagian yang penting dalam rehabilitas penderita stroke menuju penyembuhan total (Kandel, dkk, 1995).

## 2.3 Euclidean Distance

Jarak digunakan untuk menentukan tingkat kesamaan (*similarity degree*) atau ketidaksamaan (*disimilarity degree*)  $n$ -vektor. Tingkat kesamaan berupa suatu nilai (*score*) dan berdasarkan skor tersebut,  $n$ -vektor akan dikatakan mirip atau tidak. Dalam penelitian ini menggunakan salah satu metode dari pengukuran tingkat kemiripan  $n$ -vektor tersebut, yaitu *Euclidean distance*.

*Euclidean distance* adalah metrika yang paling sering digunakan untuk menghitung kesamaan  $n$ -vektor dalam *Euclidean space*. *Euclidean space* diperkenalkan oleh *Euclid*, seseorang

matematikawan dari Yunani sekitar tahun 300 B.C.E. untuk mempelajari hubungan antara sudut dan jarak. *Euclidean* ini berkaitan dengan teorema *pythagoras* dan biasanya diterapkan pada 1,2 dan 3 dimensi. Tapi juga sederhana jika diterapkan pada dimensi yang lebih tinggi.

Metode *Euclidean* adalah suatu metode pencarian kedekatan nilai jarak dari dua buah variabel, selain mudah, metode ini juga tidak memakan waktu dan proses dari metode ini tergolong cepat. Rumus dari salah satu metode perhitungan jarak *Euclidean distance* dapat ditentukan dengan persamaan 2.1.

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{jk})^2} \quad (2.1)$$

Dimana  $d_{ij}$  merupakan tingkat perbedaan (*dissimilarity degree*),  $n$  merupakan jumlah vektor,  $x_{ik}$  merupakan vektor *input* dan  $x_{jk}$  merupakan vektor pembandingan.

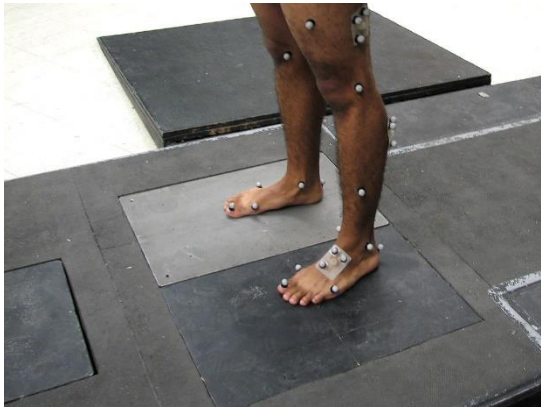
## 2.4 Motion Capture

*Motion Capture* adalah proses perekaman gerakan dari sebuah benda atau orang. Teknologi ini digunakan dalam militer, hiburan, olahraga, aplikasi medis, validasi visi computer dan robotika[10]. Dalam pembuatan film dan pengembangan video game, teknologi ini digunakan pada perekaman aktor manusia, dengan mendapatkan informasi tersebut, maka model 2D atau 3D dapat dianimasikan dengan lebih mudah [11][12][13].

Dalam sesi pengambilan gambar menggunakan teknologi *Motion Capture*, pergerakan dari satu atau lebih aktor diambil sampel berkali-kali setiap detik. Sedangkan teknik awal menggunakan gambar dari beberapa kamera untuk menghitung posisi 3D, seringkali tujuan *Motion Capture* hanya mencatat pergerakan aktor, bukan tampilan visualnya. Data animasi ini dipetakan ke model 3D sehingga model 3D melakukan tindakan yang sama seperti aktor. Proses ini dapat dikontraskan dengan teknik *rotoscoping* yang lebih tua, seperti yang terlihat pada Ralph Bakshi's *Lord of the Rings* (1978) dan *American Pop* (1981). Gerakan karakter animasi dicapai dalam film-film ini dengan merekam gerakan aktor secara live. Lalu, seorang aktor difilmkan melakukan sebuah tindakan, dan kemudian rekaman film tersebut

diproyeksikan ke sebuah bingkai meja animasi. Animator melacak cuplikan *live-action* ke panel animasi, menangkap garis besar aktor dan gerakan bingkai demi bingkai, dan kemudian mereka mengisi garis besar yang dilacak dengan karakter animasi. Animasi yang selesai kemudian dipotret *frame-by-frame*, persis sama dengan gerakan dan tindakan rekaman *live-action*. Hasil akhirnya adalah bahwa karakter animasi tersebut meniru gerakan *live-action* aktor secara tepat. Namun, proses ini memakan banyak waktu dan usaha.

Pergerakan kamera juga bisa digerakkan sehingga kamera virtual pada *scene* bisa meluncur dan miring disekitar panggung yang digerakkan oleh operator kamera saat aktor tampil. Pada saat bersamaan, sistem *Motion Capture* bisa menangkap kamera dan alat peraga sekaligus performa sang aktor. Ini memungkinkan karakter, gambar, dan kumpulan yang dihasilkan komputer memiliki perspektif yang sama seperti gambar video dari kamera. Komputer memproses data dan menampilkan pergerakan aktor, memberikan posisi kamera yang diinginkan di lokasi syuting. Secara *retroaktif* memperoleh data pergerakan kamera dari cuplikan yang tertangkap, hal ini dikenal sebagai pelacakan gerak atau pelacakan kamera.



**Gambar 2.1** *Reflective markers* menempel pada kulit untuk mengidentifikasi *bone* dan gerakan tubuh [14].

Penelitian tentang *Motion Tracking* atau *Motion Capture* dimulai sebagai alat analisis fotogrametri dalam penelitian biomekanik pada tahun 1970-an dan 1980-an dan berkembang ke bidang edukasi,



pelatihan, olahraga, animasi komputer untuk televisi, bioskop dan video game. Sejak abad ke-20 pemain harus memakai *marker* di masing-masing sendi tubuh, untuk mengidentifikasi gerakan dengan posisi atau sudut di antara *marker*. Magnetik atau *reflective marker* direkam paling tidak dua kali tingkat frekuensi dari gerakan yang diinginkan. Tingkat resolusi pada sistem *Motion Capture* itu penting, karena hal tersebut akan berpengaruh pada resolusi spasial dan temporal yang diakibatkan oleh *motion blur*. Sejak awal abad ke-21, seiring pesatnya perkembangan teknologi, banyak metode baru yang dikembangkan. Sebagian besar sistem modern dapat mengekstrak siluet pemain dari *background*. Setelah itu, semua sudut sendi model dihitung secara matematis dan dimasukkan kedalam model.



**Gambar 2.2** *Tracking* siluet [15].

### 2.4.1 Optical Motion Capture

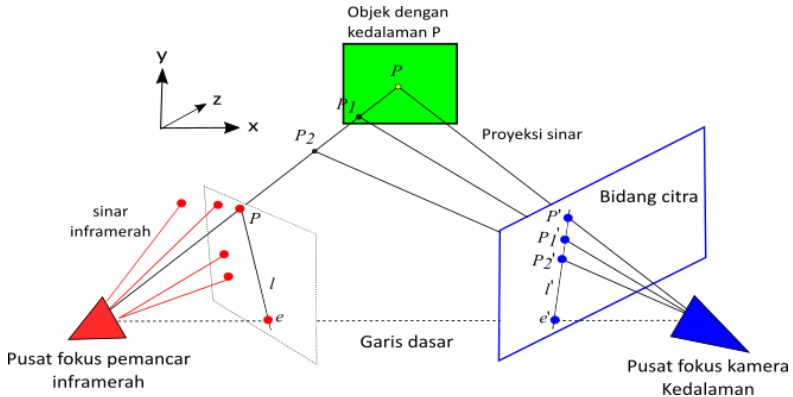
Optical Motion Capture memanfaatkan data yang diambil dari sensor gambar untuk melakukan triangulasi posisi 3D dari subjek menggunakan antara dua atau lebih kamera yang dikalibrasi untuk memberikan proyeksi yang sempurna terhadap subject. Optical Motion Capture ini biasanya menggunakan marker yang melekat pada aktor dalam pengambilan data pergerakan 3D. Namun, sistem yang lebih baru dapat menghasilkan data yang akurat dengan melacak fitur permukaan

yang diidentifikasi secara dinamis untuk setiap subjek tertentu. Untuk menambah jumlah tracking subject yang bisa ditangkap dan memperluas area tangkapan dapat dilakukan dengan penambahan lebih banyak kamera. Sistem ini menghasilkan data pergerakan dengan 3 derajat kebebasan untuk setiap marker, dan informasi rotasi disimpulkan dari orientasi relatif tiga atau lebih marker, Misalnya marker bahu, siku dan pergelangan tangan menghasilkan data rotasi pada marker siku. Sistem hibrida yang baru menggabungkan sensor inersia dengan sensor optik untuk mengurangi oklusi, meningkatkan jumlah pengguna dan meningkatkan kemampuan untuk tracking.

## **2.4.2 Kamera Kinect**

Kinect merupakan kamera *stereovision*, dimana untuk proses pengambilan citra menggunakan dua arah sudut pandang yang berbeda. Kinect memiliki dua buah kamera utama, yaitu kamera Depth dan kamera RGB, dan sebuah pemancar *inframerah* [7]. Kamera Depth digunakan untuk mengetahui jarak kedalaman objek dari kamera, yaitu dengan menangkap *inframerah* yang dipancarkan oleh *IR Transmitter* dan dipantulkan kembali oleh objek. Sedangkan kamera RGB digunakan untuk mengetahui bentuk tekstur atau permukaan dari objek. Kamera Depth Kinect memiliki jarak optimal yang harus dipenuhi ketika melakukan proses penangkapan citra yaitu 1.2 meter sampai 3.5 meter. Apabila jarak yang digunakan melebihi atau kurang dari jarak tersebut, maka objek tidak akan diketahui jaraknya oleh kamera Depth. Pada kamera Kinect terdapat *microphone array* yang digunakan untuk merekam atau menginputkan suara. Kinect juga dilengkapi dengan *tilt* motor dimana dapat digunakan untuk mengatur sudut pandang kamera, sehingga area yang bisa ditangkap oleh kamera menjadi luas. Pengaturan sudut pandang kamera dengan jangkauan sudut kurang lebih 27 derajat dapat menggunakan program tertentu. Kamera RGB memiliki resolusi yang lebih luas apabila dibandingkan dengan kamera depth, dimana hasil dari kamera tersebut memiliki resolusi maksimal 640x480 piksel dengan rentang 30 fps berupa informasi citra RGB. Sedangkan kamera depth memiliki resolusi maksimal sebesar 320x240 piksel dengan rentang 30 fps. Pemancar *inframerah* berfungsi untuk memancarkan titik-titik *inframerah* dengan pola yang tidak teratur dan memiliki intensitas yang acak. Sinar *inframerah* yang dipancarkan tersebut akan mengenai objek yang berada didepan kamera dan

dipantulkan kembali sehingga dapat dikenali secara cepat dan tepat oleh kamera depth. Pada kamera Kinect, posisi objek diketahui melalui dua proses. Pertama, menghitung kedalaman area dengan menganalisa partikel sinar *inframerah* yang tersebar pada area atau *structured light*. Kedua melalui pendekatan lokasi melalui metode *machine learning* dari hasil citra yang didapatkan.

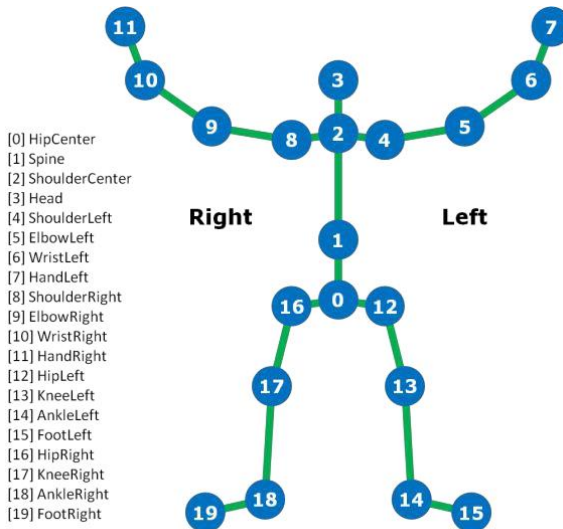


**Gambar 2.3** Pancaran sinar *inframerah* kamera Kinect

Ditinjau dari hasil data yang berhasil ditangkap berdasarkan dari pancaran *inframerah*, kamera Kinect dapat mendeteksi data *depth* dari suatu gambar. Data *depth* yang ditangkap oleh kamera nantinya digunakan untuk mendeteksi kedalaman objek yang ada di depan kamera dan berada di dalam *frame*. Data *depth* bisa ditampilkan pada *depth image* dalam beberapa macam warna sesuai yang diinginkan, karena tidak terlalu signifikan untuk hasilnya. Pada *depth image* menampilkan beberapa intensitas warna dari objek yang berhasil ditangkap untuk mendeteksi jarak dari objek tersebut. Untuk jarak objek yang dekat dengan kamera, warna yang ditampilkan semakin gelap dan apabila semakin jauh jarak objek warna yang ditampilkan semakin terang hingga batas jarak pandang kamera paling jauh. Kamera Kinect memiliki jarak pandang minimum dan jarak pandang maksimum, sehingga objek yang berada diluar batas jarak tersebut tidak memiliki data *depth*. Demikian juga untuk objek yang tidak bisa memantulkan pancaran dari *inframerah* yang mengakibatkan kamera *depth* tidak

menerima data dari objek tersebut sehingga tidak ada data yang diterima[8].

Kinect tidak membutuhkan *marker* seperti yang dibutuhkan oleh perangkat *optical motion capture* dalam pengambilan data posisi tubuh, yang artinya pengguna dapat secara bebas dan nyaman bergerak tidak menggunakan aksesoris apapun dalam pengambilan data. Kinect sendiri dapat menangkap 20 titik *joint* pada tubuh manusia yang ditunjukkan oleh Gambar 2. Data *joint* yang ditangkap oleh *kinect* tersebut direpresentasikan menjadi sebuah titik vektor sumbu 3D, yaitu  $x$ ,  $y$  dan  $z$ . Setiap *joint* tersebut menyimpan informasi berupa posisi *joint* dan orientasi *joint*.



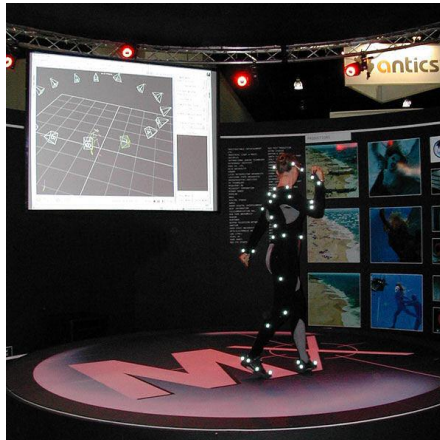
**Gambar 2.4** Dua puluh posisi *joint* yang ditangkap oleh *Kinect*

### 2.4.3 Database Animasi

Database animasi adalah database yang menyimpan fragmen animasi atau gerakan manusia yang dapat diakses, dianalisis, disimpan dan ditampilkan untuk mengembangkan animasi baru. [16] [17] Perlu diketahui bahwa membuat sejumlah banyak animasi dapat memakan waktu dan mahal, tetapi database animasi dapat membantu pengguna

dalam membuat animasi dengan menggunakan komponen yang ada, dan berbagi fragmen animasi. [17]

Contoh dari penggunaan database animasi ialah sistem MOVE yang menggunakan *object-oriented database*. [16] Database animasi bisa didapatkan melalui ekstraksi animasi skeletal dari tangkapan data motion capture. [18]



**Gambar 2.5** Gerakan penari, yang ditangkap melalui *Optical Motion Capture* dapat disimpan dalam database animasi, kemudian dianalisis dan digunakan kembali.

Contoh lainnya ialah kerumunan orang, dimana beberapa orang berjalan lalu lalang seperti keramaian. Tentu tidak setiap orang mempunyai kecepatan berjalan yang sama. Orang-orang mempunyai cara berjalan dan kecepatan berjalan berbeda diberbagai latar. Dari permasalahan tersebut, kita dapat menggunakan database animasi untuk mengambil dan menggabungkan tokoh animasi yang berbeda. [19] Metode ini terutama dikenal sebagai "*motion graphs*". [20]

Database animasi juga dapat digunakan untuk "*interactive story-telling*" di mana fragmen animasi diambil dari database animasi dan dikembangkan kembali untuk digabungkan menjadi cerita baru. Misalnya, database animasi yang disebut *Animebase* digunakan dalam sistem *Words Anime* untuk membantu menghasilkan animasi menggunakan komponen yang dikembangkan kembali. [17] Dalam

pendekatan ini, pengguna dapat memasukkan kata-kata yang membentuk bagian dari sebuah cerita dan *query* pada database membantu memilih fragmen animasi yang sesuai. Jenis sistem ini memang bisa menggunakan dua database: database animasi, serta database cerita. Database cerita dapat menggunakan subjek, predikat dan objek untuk merujuk pada fragmen cerita. Sistem ini kemudian membantu pengguna dalam mencocokkan fragmen cerita dan fragmen animasi. [17]

Database animasi juga bisa digunakan untuk pembuatan adegan visual dengan menggunakan model *humanoid*. [21] Contoh aplikasinya ialah pengembangan sistem bahasa isyarat berbasis animasi *humanoid* untuk membantu penyandang cacat. [21]

Aplikasi lain dari database animasi ialah dalam sintesis gerak *idle* untuk karakter manusia. [22] Manusia bergerak setiap saat dengan cara yang unik, dan penyajian serangkaian gerakan *idle* yang konsisten dan realistis untuk setiap karakter di antara segmen animasi yang berbeda merupakan tantangan bagi *animator*. Misalnya, setiap orang memiliki cara berdiri yang unik dan ini perlu divisualkan secara realistis dengan animasi. Salah satu masalahnya adalah gerakan *idle* mempengaruhi semua sendi dan hanya menunjukkan pergerakan statistik pada setiap hasil gabungan dalam penggambaran yang kurang realistis. Salah satu pendekatan untuk memecahkan masalah ini adalah dengan menggunakan database animasi dengan jumlah besar gerakan manusia yang telah direkam sebelumnya, dan dapatkan pola gerak yang sesuai dari database melalui analisis statistik. [22]

## 2.5 Unity3D

Unity3D merupakan *Integrated Development Environment* (IDE) yang digunakan dalam tugas akhir ini. IDE ini didukung beberapa *plugin* atau *third-party software* yang memudahkan dalam proses perancangan suatu aplikasi.

### 2.5.1 Microsoft Kinect Unity SDK

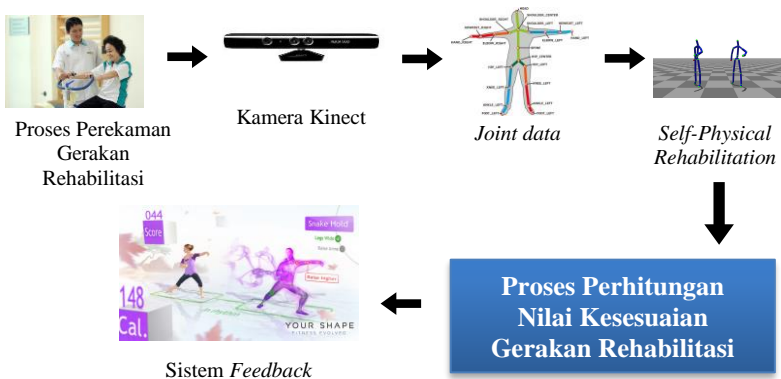
Microsoft Kinect Unity SDK berisikan pustaka dasar yang mengakses fungsi-fungsi pada kamera Kinect. Pustaka ini menerjemahkan *file DLL (Dynamic-link library)* dari Microsoft Kinect kedalam fungsi-fungsi dasar yang dapat diterapkan pada Unity3D, seperti *stream depth* dan *stream color*.

## BAB 3

### DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

#### 3.1 Desain Sistem

Tugas akhir ini bertujuan untuk membuat aplikasi “MedCap” sebagai alat bantu *subject* rehabilitasi dalam melakukan gerakan rehabilitasi dengan benar dan sesuai, secara mandiri. Data posisi *joint* diperoleh melalui perekaman secara langsung dengan kamera Kinect. Hasil *recording* posisi *joint* yang benar dan sesuai, akan dibandingkan dengan gerakan rehabilitasi *subject* yang dilakukan secara *realtime* menggunakan metode perhitungan jarak *Euclidean Distance*. Tingkat kesamaan berupa suatu nilai (*score*) dan melalui nilai tersebut, dapat diketahui kesesuaian gerakan rehabilitasi yang dilakukan oleh *subject* rehabilitasi. Gambaran umum dari sistem dari tugas akhir ini diilustrasikan dalam gambar 3.1.



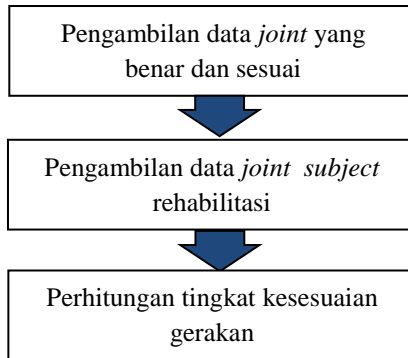
Gambar 3.1 Gambaran umum desain sistem

#### 3.2 Alur Kerja Sistem

Pada tahap ini akan dijelaskan mengenai rancangan sistem pada perangkat lunak. Rancangan sistem perangkat lunak menggunakan pustaka Microsoft Kinect Unity SDK dan didesain pada IDE Unity3D. Tahapan proses dari tugas akhir ini sebagai berikut,

- a. Pengambilan data *joint* yang benar dan sesuai.
- b. Pengambilan data *joint subject* rehabilitasi
- c. Perhitungan tingkat kesesuaian gerakan

Untuk ketiga proses ini dapat diilustrasikan pada gambar 3.2.



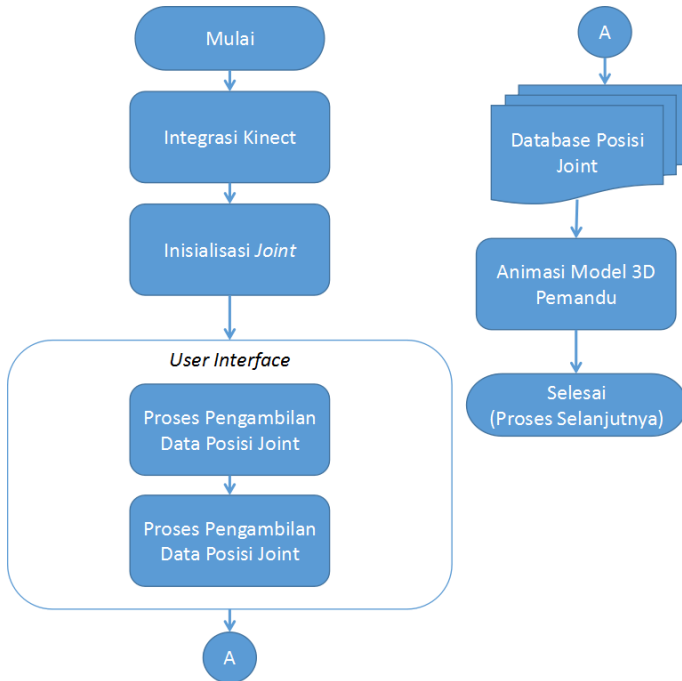
**Gambar 3.2** Diagram alir alur kerja sistem

### 3.3 Pengambilan Data *Joint* yang Benar dan Sesuai

Data *joint* diperoleh merupakan data posisi vektor tiga dimensi dengan elemen  $x$ ,  $y$  dan  $z$  berdasarkan peta kedalaman atau *depth map* dari hasil tangkapan kamera Kinect. Pada tugas akhir ini, pengambilan data tersebut diambil melalui bantuan Unity3D dan menggunakan pustaka Microsoft Kinect Unity SDK. Pustaka tersebut membantu Unity3D dalam membaca data pergerakan posisi *joint* yang ditangkap Kinect. Setelah data pergerakan posisi *joint* tersebut dapat ditangkap, maka proses selanjutnya merupakan proses perekaman gerakan titik vektor *joint* yang memuat elemen  $x$ ,  $y$  dan  $z$  pada jangka waktu tertentu. Hasil perekaman gerakan titik vektor *joint* yang memuat elemen  $x$ ,  $y$  dan  $z$  tersebut akan disimpan dalam database pada IDE Unity3D. Database yang berisi list gerakan titik vektor *joint* gerakan rehabilitasi yang benar dan sesuai akan digunakan dalam proses perbandingan jarak dengan metode *Euclidean Distance*. Tidak hanya itu, data titik vektor *joint* tersebut digunakan untuk menganimasikan model 3D yang digunakan. Model 3D ini digunakan sebagai model ilustrasi yang memandu *subject* rehabilitasi dalam melakukan gerakan rehabilitasi. Pada tugas akhir ini,



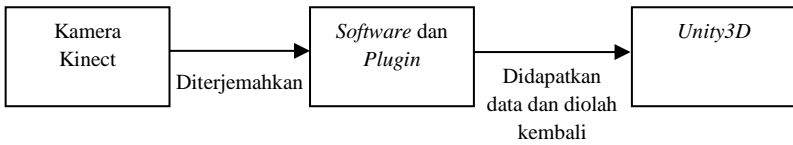
terdapat beberapa tahap dalam proses pengambilan data *joint* yang benar dan sesuai tersebut yang digambarkan dalam *flowchart* pada gambar 3.3.



**Gambar 3.3** *Flowchart* proses pengambilan data *joint* yang benar dan sesuai

### 3.3.1 Integrasi Unity3D dengan Kinect

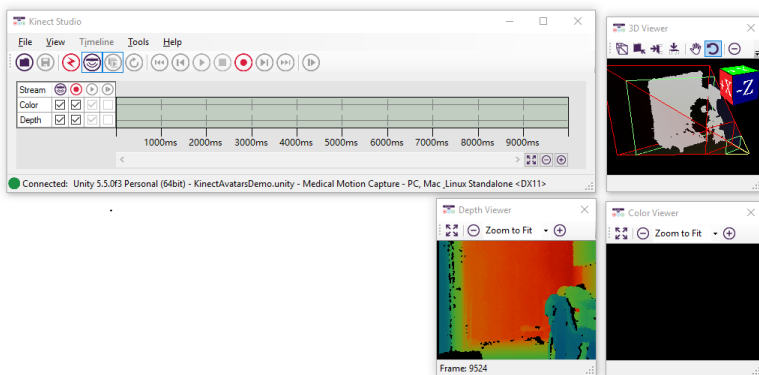
Hal pertama yang harus diatur terlebih dahulu sebelum mulai melakukan perekaman gerakan ialah menyiapkan segala kebutuhan dari *software* dan *plugin* yang digunakan dalam pembuatan aplikasi, terutama pengintegrasian IDE Unity3D dengan Kinect. *Software* dan *plugin* ini digunakan untuk mengkonversi data yang telah diolah dalam kamera Kinect agar data tersebut dapat digunakan dan diolah kembali dalam pembuatan aplikasi. Dalam proses integrasi ini dapat diilustrasikan pada gambar 3.4.



**Gambar 3.4** Diagram alir pengambilan data *Kamera Kinect*

### 3.3.1.1 *Software yang Dibutuhkan*

*Software* yang dibutuhkan dalam pengintegrasian Kinect dengan sistem operasi perangkat yaitu, *Kinect Studio v.1.8.0* dan *Kinect Developer Tool Kit*. Kedua software tersebut bisa didapatkan secara gratis melalui website resmi *Microsoft*. Untuk sampai tahap ini, *Kinect* sudah dapat digunakan dan terintegrasi dengan perangkat.



**Gambar 3.5** *Interface dari Kinect Studio v.1.8.0*

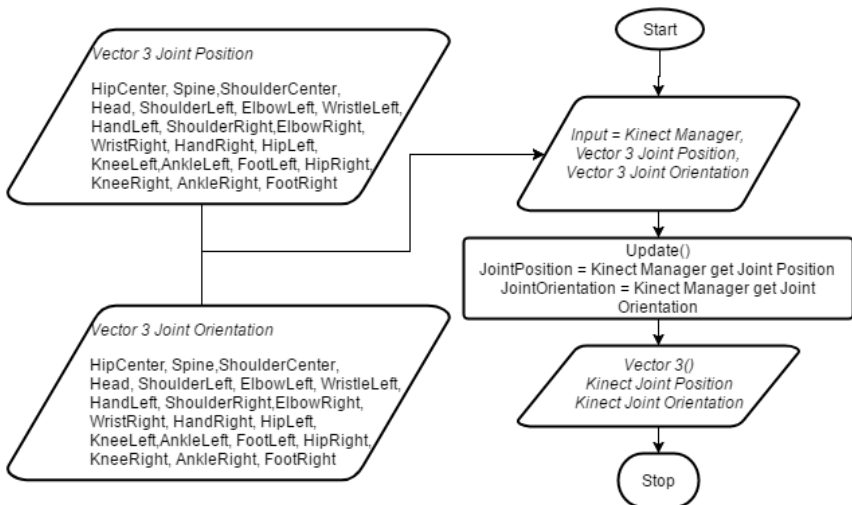
### 3.3.1.2 *Plugin Microsoft Kinect Unity SDK*

Selain harus mengintegrasikan sistem operasi perangkat, IDE Unity3D juga membutuhkan *plugin* dalam mengolah data yang didapatkan melalui kamera Kinect. *Plugin Microsoft Kinect Unity SDK* bisa didapatkan secara gratis pada *Unity3D asset store*. *Plugin* tersebut merupakan alat bantu dalam mengolah data tersebut, *plugin* ini yang mengatur segala data yang masuk dari kamera *Kinect* untuk dapat diolah kembali pada aplikasi. Terdapat banyak fitur yang bisa dilakukan pada

*plugin* ini, yaitu mengambil data vektor *joint* secara tiga dimensi dengan elemen *x*, *y* dan *z*, merubah rotasi sudut dari kamera Kinect, mengatur jarak minimum, dan fitur-fitur yang lain. Semua fitur tersebut dapat diatur dan diolah sesuai keinginan.

### 3.3.2 Penentuan Joint

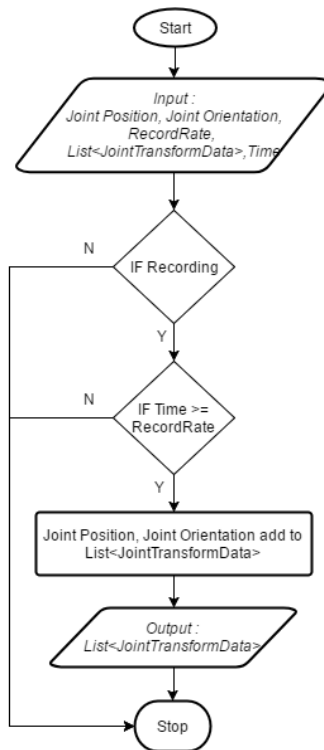
Sebelum proses perekaman data *joint* dengan Kinect, hal pertama yang dilakukan terlebih dahulu ialah menentukan *joint* mana yang akan direkam terlebih dahulu. Setelah *joint-joint* yang akan direkam sudah terinisialisasi pada program, maka proses pengambilan data *joint* dapat dimulai. Data *joint* hasil perekaman merupakan kumpulan data posisi *joint* pada peta kedalaman Kinect, yang ditangkap secara tiga dimensi dengan elemen *x*, *y* dan *z*, dalam jangka waktu tertentu. Cara pengambilan ini diterapkan pada saat *stream* dari kamera Kinect secara langsung. Hasil rekam dari proses *stream* pada kamera Kinect berupa *file* vektor yang berisikan kumpulan posisi *joint* selama proses merekam. Dalam proses penentuan *joint* tersebut, diaplikasikan dalam diagram algoritma pada gambar 3.6.



**Gambar 3.6** Diagram algoritma penentuan joint

Penentuan *joint* pada tahap ini menggunakan keseluruhan titik vektor *joint* yang dapat ditangkap oleh kamera Kinect, dikarenakan, pada tahap pengambilan data *joint* yang benar dan sesuai, diperlukan sebuah animasi model 3D yang nantinya akan menjadi gerakan panduan bagi *subject* rehabilitasi.

### 3.3.3 Proses Perekaman



**Gambar 3.7** Diagram algoritma proses perekaman

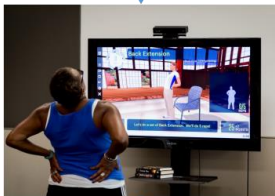
Pada proses perekaman, setiap titik vektor *joint* tiga dimensi, maka untuk setiap elemen *x*, *y* dan *z* titik vektor *joint* akan disimpan selama jangka waktu tertentu. Hasil perekaman gerakan ini disimpan dalam sebuah *database* yang dapat dibaca oleh IDE Unity3D, sehingga,

data kumpulan titik vektor *joint* tiga dimensi untuk setiap elemen  $x$ ,  $y$  dan  $z$  dapat diolah kembali untuk proses selanjutnya. Dalam proses perekaman ini, diaplikasikan dalam diagram algoritma pada gambar 3.7.

Proses perekaman gerakan yang dilakukan merupakan proses perekaman gerakan rehabilitasi yang benar dan sesuai. Proses ini dilakukan oleh *subject* yang akan melaksanakan *Self-Physical Rehabilitation*. Fisioterapis sendiri yang harus mengawasi gerakan rehabilitasi yang dilakukan oleh *subject* rehabilitasi pada saat perekaman gerakan untuk menghasilkan data gerakan rehabilitasi yang benar dan sesuai, sehingga *subject* rehabilitasi dapat melakukan rehabilitasi sendiri di rumah dengan bantuan *MedCap*. Untuk proses ini dapat diilustrasikan pada gambar 3.8.



Proses Perekaman Gerakan Rehabilitasi yang diawasi langsung oleh Fisioterapis



*Subject* melakukan *Self-Physical Rehabilitation* dengan bantuan *MedCap*

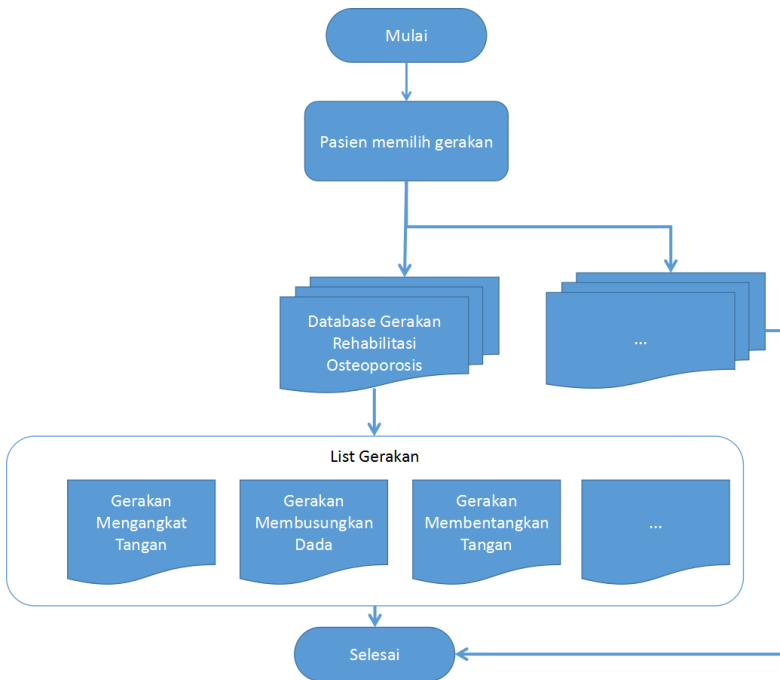


Saat *subject* melakukan control pada fisioterapis, data kesesuaian gerakan dapat menjadi laporan tingkat kesembuhan

**Gambar 3.8** Gambar Ilustrasi proses perekaman gerakan rehabilitasi

### 3.3.4 Database Gerakan

Gerakan rehabilitasi yang direkam pada proses perekaman akan disimpan dalam sebuah database gerakan, sehingga *subject* nantinya dapat memilih gerakan rehabilitasi yang ingin dilakukan secara mandiri di rumah. Hal ini diilustrasikan pada gambar 3.9.

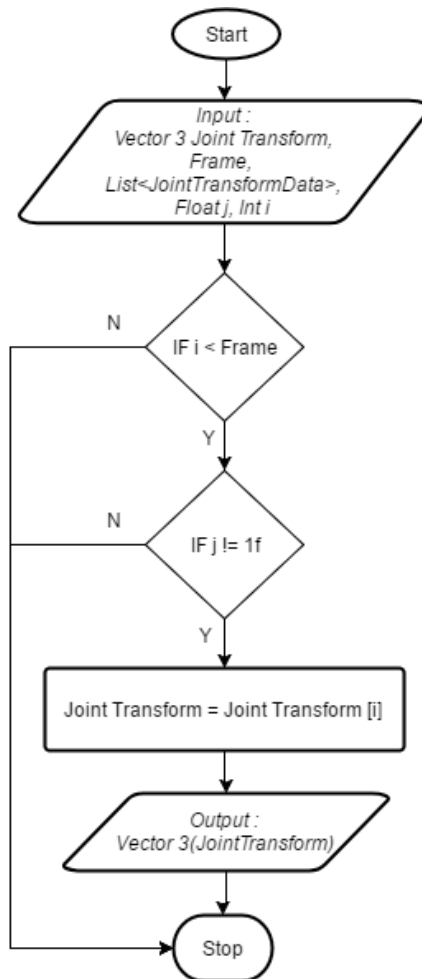


**Gambar 3.9** Ilustrasi penggunaan database gerakan rehabilitasi

### 3.3.5 Animasi Model 3D

Sebagai alat bantu dalam *Self-Physical Rehabilitation*, maka diperlukan sebuah model 3D sebagai pemandu gerakan rehabilitasi yang akan dilakukan *subject* rehabilitasi. Data posisi titik vektor *joint* yang memuat elemen  $x$ ,  $y$  dan  $z$  setiap frame yang telah ditentukan pada proses perekaman gerakan yang terdapat dalam database gerakan, dapat digunakan untuk menganimasikan model 3D yang digunakan. Dalam

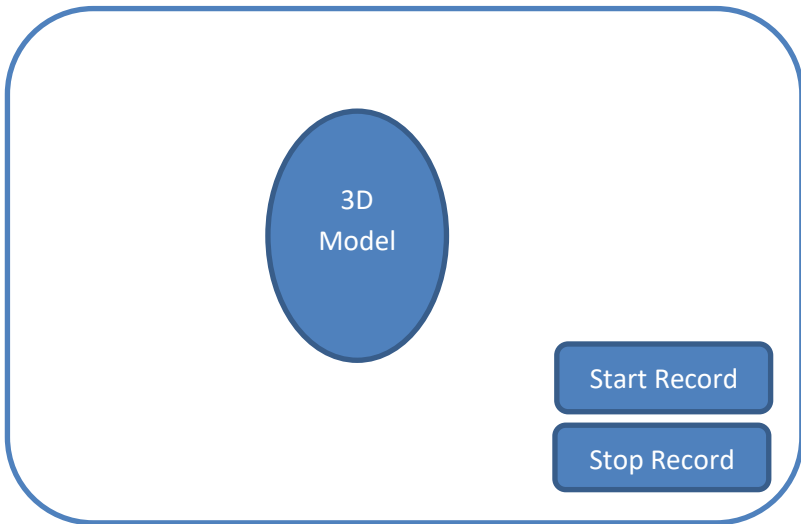
proses animasi tersebut, diaplikasikan diagram algoritma pada gambar 3.10.



**Gambar 3.10** Diagram algoritma proses animasi

### 3.3.6 Desain *User Interface* Proses Perekaman Gerakan yang Benar dan Sesuai

Tampilan UI atau *User Interface* pada proses perekaman gerakan yang benar dan sesuai ini tampak seperti ilustrasi pada gambar 3.11. Terdapat dua buah tombol pada UI bagian ini, yaitu tombol *start* untuk mulai rekam posisi titik vektor *joint* yang direkam oleh kamera Kinect pada jangka waktu yang ditentukan dan tombol berhenti untuk berhenti merekam segala perpindahan posisi titik vektor *joint* tersebut.



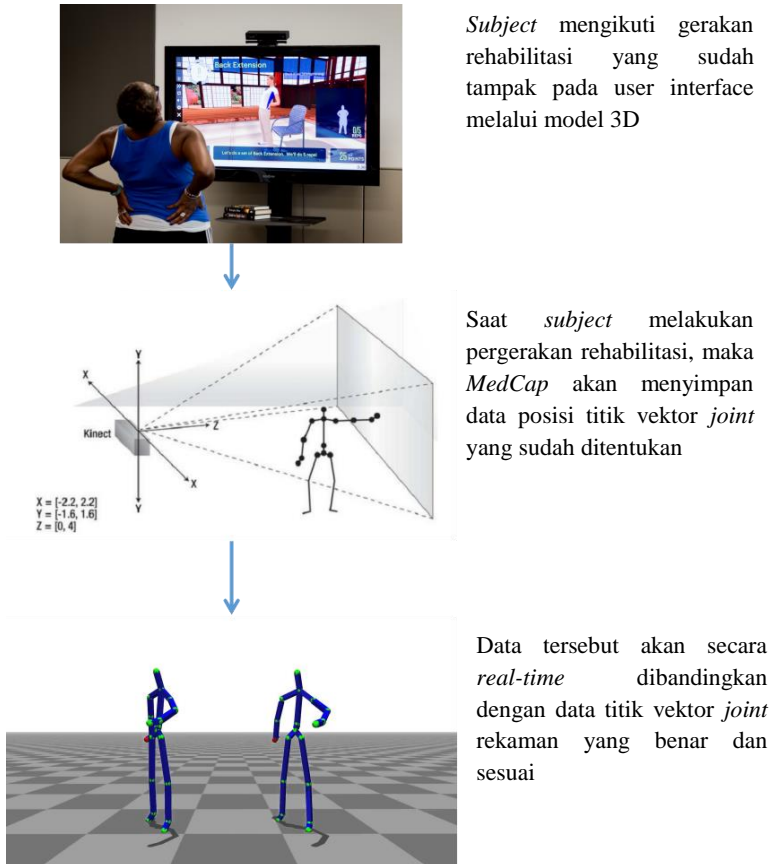
**Gambar 3.11** Tampilan *User Interface* pada proses perekaman gerakan yang benar dan sesuai

### 3.4 Pengambilan Data *Joint Subject* Saat Rehabilitasi

Pengambilan data titik vektor *joint* pada tahap ini diambil secara *real-time* oleh *subject* yang melakukan *Self-Physical Rehabilitation*. Cara pengambilan ini diterapkan pada saat *stream* dari kamera Kinect secara langsung. *Subject* akan mengikuti gerakan rehabilitasi yang tampak pada *User Interface* pada saat *subject* melakukan proses ini. Data titik vektor *joint* yang didapatkan pada proses ini yang memuat elemen  $x$ ,  $y$  dan  $z$  pada setiap jangka waktu yang ditentukan tersebut



akan disimpan dan dibandingkan dengan gerakan rehabilitasi yang benar dan sesuai dan diawasi langsung oleh fisioterapis sebelumnya. Ilustrasi gambar dalam tahap ini diilustrasikan oleh gambar 3.12.

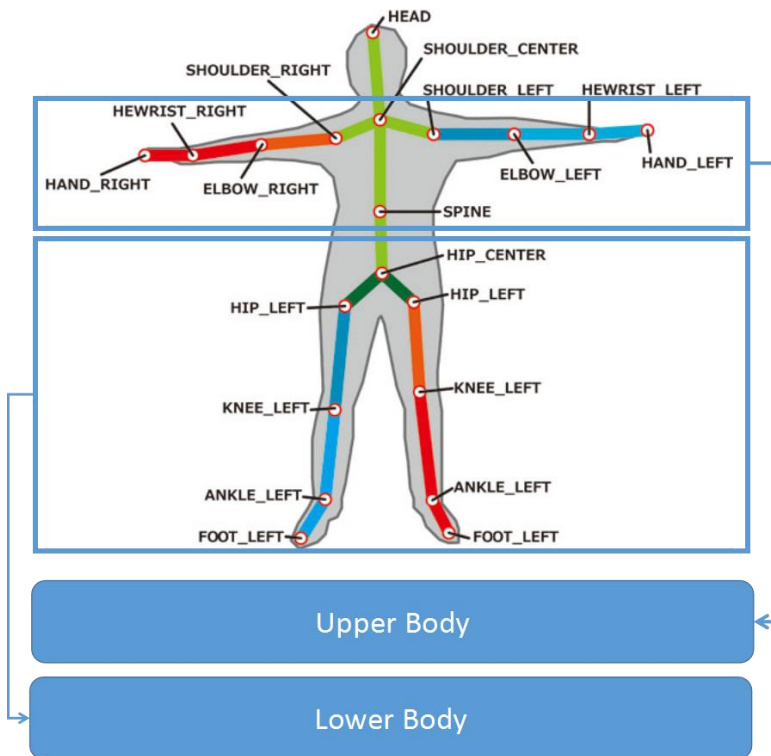


**Gambar 3.12** Ilustrasi proses pengambilan data *joint subject*

Tahapan proses dalam pengambilan data *joint subject* saat rehabilitasi tersebut adalah

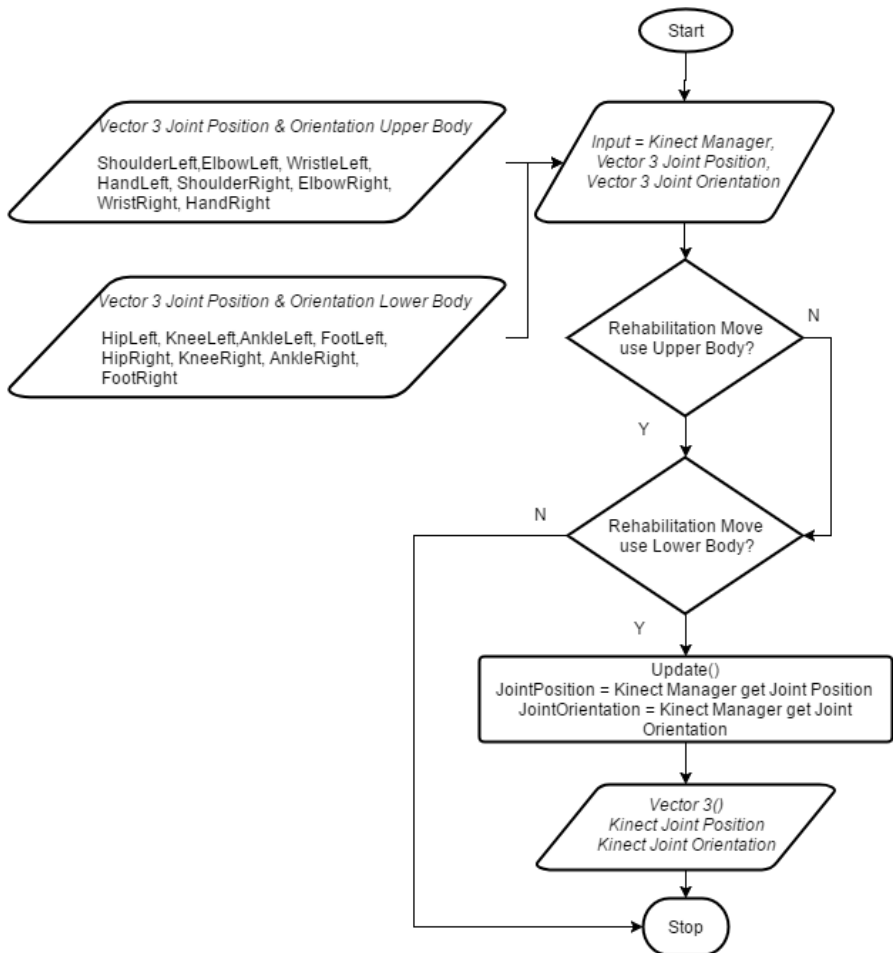
### 3.4.1 Menginisialisasi Data Titik Vektor *Joint*

Dalam proses perekaman gerakan rehabilitasi yang dilakukan *subject* rehabilitasi sendiri, maka tidak perlu mengambil data posisi titik vektor *joint* keseluruhan. Tetapi, mengambil data titik vektor *joint* yang di perlukan saja. Misalnya untuk gerakan rehabilitasi yang menggunakan tangan, maka yang diambil hanya titik vektor *joint Upper Body* saja yang diinisialisasikan, yaitu mulai dari titik *joint* dada hingga titik *joint* tangan. Namun, apabila gerakan rehabilitasi menggunakan gerakan kaki, hanya titik *joint* pada *lower body* saja yang diinisialisasi. Hal ini diilustrasikan oleh gambar 3.13.



**Gambar 3.13** Gambar ilustrasi proses inisialisasi data titik vektor *joint* yang ingin direkam

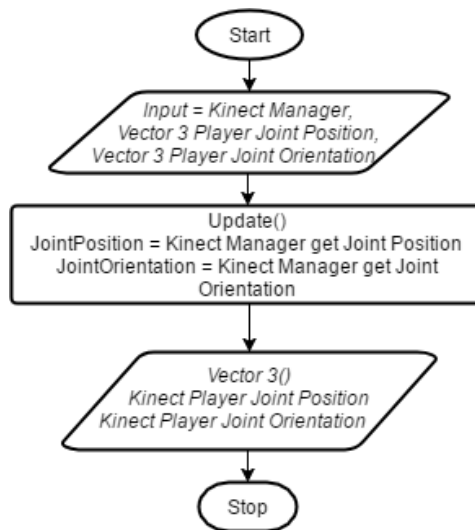
Dalam proses perekaman tersebut, diaplikasikan diagram algoritma pada gambar 3.14.



**Gambar 3.14** Diagram algoritma proses inialisasi data *joint subject* rehabilitasi

### 3.4.2 Perekaman Gerakan *Subject* Saat Rehabilitasi

Setelah titik vektor *joint* sudah diinisialisasikan, maka lanjut pada proses perekaman gerakan *subject* saat melakukan rehabilitasi secara *real-time* menggunakan aplikasi *MedCap*. Pada proses ini, data titik vektor *joint* yang memuat data posisi tiga dimensi elemen  $x$ ,  $y$  dan  $z$  akan direkam dan disimpan untuk dibandingkan dengan data posisi titik vektor *joint* gerakan rehabilitasi yang benar dan sesuai yang diawasi oleh fisioterapis dan sudah direkam sebelumnya. Proses tersebut diaplikasikan oleh diagram algoritma pada gambar 3.15.



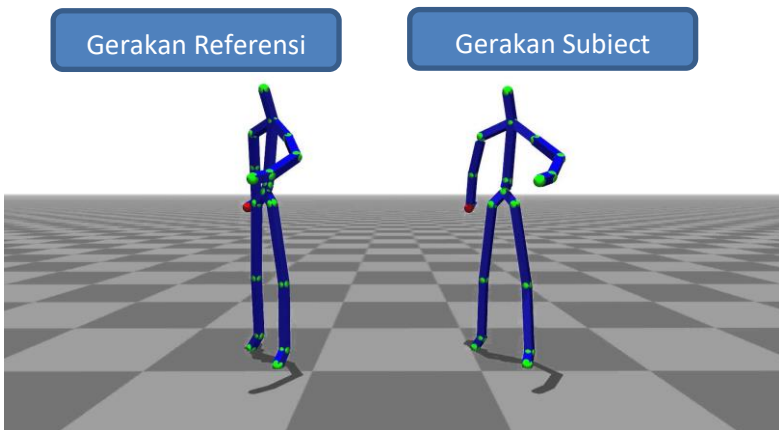
**Gambar 3.15** Diagram algoritma proses pengambilan data *joint subject* rehabilitasi secara *real-time*

### 3.4.3 Animasi Model 3D *Subject* Rehabilitasi

Data posisi titik vektor *joint* gerakan rehabilitasi yang dilakukan oleh *subject* rehabilitasi akan dimasukkan pada model 3D secara *real-time* dengan bantuan plugin *Microsoft Kinect Unity SDK*. Sehingga *subject* rehabilitasi dapat melihat sendiri gerakan rehabilitasi yang dilakukan dan ditampilkan pada *User Interface*.

### 3.4.4 Desain *User Interface* Pengambilan Data *Joint Subject* Saat Rehabilitasi

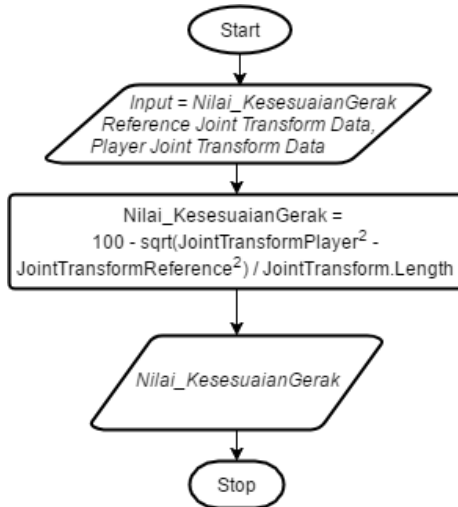
Tampilan UI atau *User Interface* pada proses pengambilan data *joint subject* saat rehabilitasi ini tampak seperti ilustrasi pada gambar 3.16. Terdapat model 3D panduan untuk memandu *subject* melakukan gerakan rehabilitasi, dan model 3D *subject*. Pada saat *subject* melakukan gerakan rehabilitasi mengikuti panduan, maka proses selanjutnya yaitu perhitungan tingkat kesesuaian gerakan akan bekerja secara *real-time* untuk menghasilkan nilai kesesuaian gerakan.



**Gambar 3.16** *User Interface* dari proses pengambilan data *joint subject* saat melakukan *Self-Physical Rehabilitation*

### 3.5 Perhitungan Tingkat Kesesuaian Gerakan

Data titik vektor *joint* gerakan rehabilitasi yang didapatkan dari proses-proses sebelumnya, akan dibandingkan dan dihitung secara *real-time* menggunakan metode perhitungan jarak *Euclidean Distance*. Kedua titik vektor *joint* yang didapat dari proses-proses sebelumnya, akan diolah dan dihitung menggunakan persamaan 2.1. Tingkat perbedaan (*disimilarity degree*) yang didapatkan dari perhitungan tersebut akan digunakan dalam perhitungan nilai kesesuaian gerakan rehabilitasi yang dilakukan oleh *subject* rehabilitasi. Proses tersebut diaplikasikan oleh diagram algoritma pada gambar 3.16.

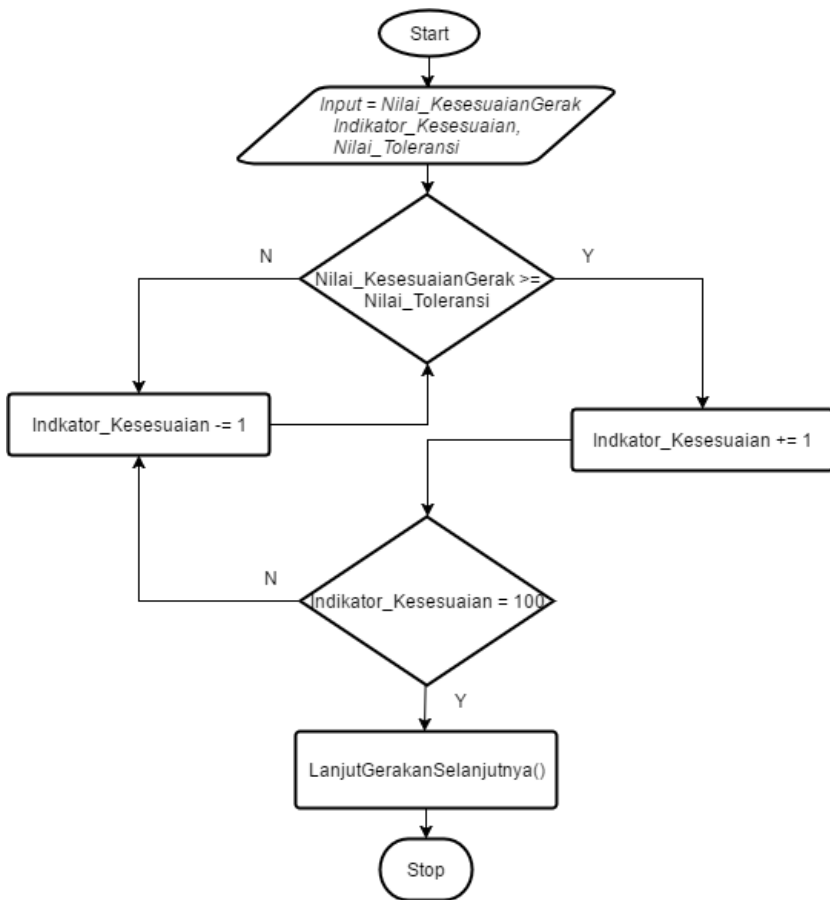


**Gambar 3.17** Diagram algoritma proses perhitungan nilai kesesuaian gerakan dengan metode *euclidean distance*

### 3.5.1 Nilai Feedback

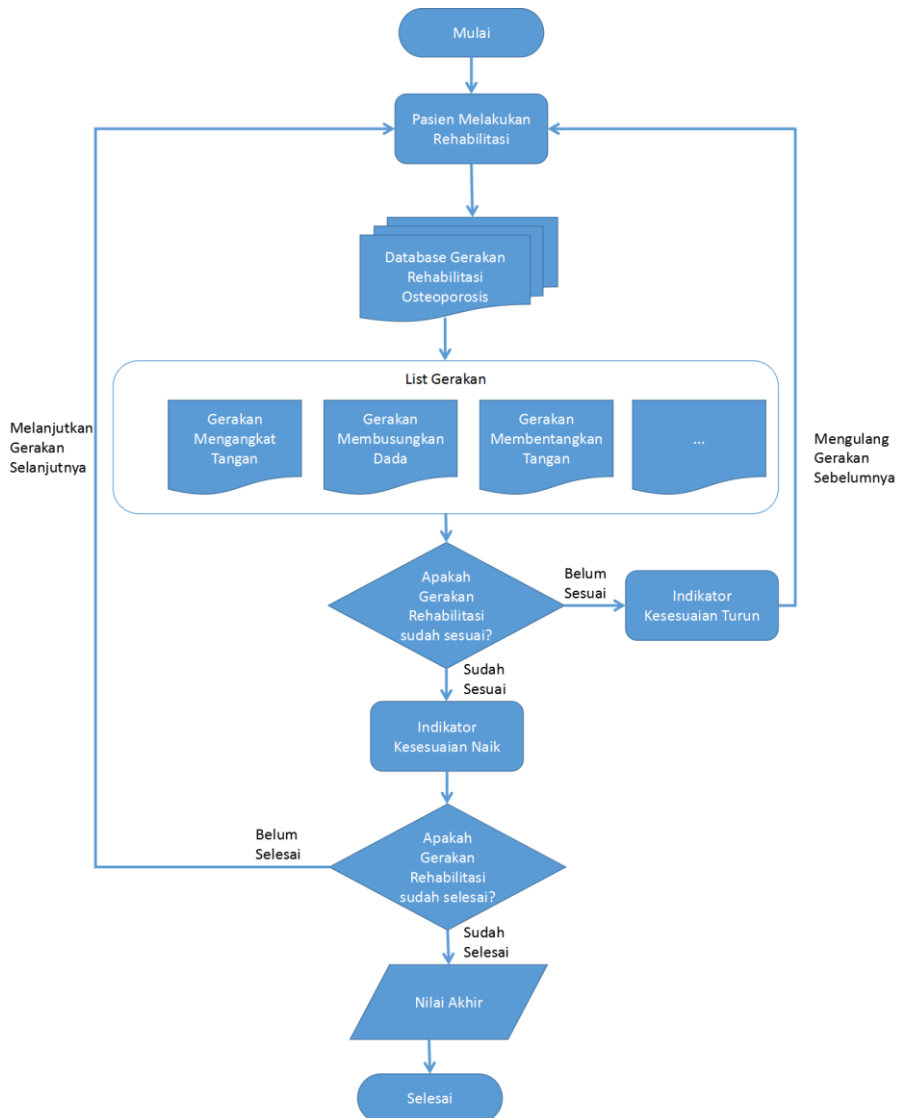
Dari proses sebelumnya didapatkan sebuah *variable* baru yaitu nilai kesesuaian gerakan rehabilitasi yang dilakukan *subject*. Nilai ini merupakan hasil perhitungan selisih jarak antara data titik vektor *joint* gerakan rehabilitasi yang memuat elemen  $x$ ,  $y$  dan  $z$  yang benar dan sesuai dengan data titik vektor *joint* gerakan rehabilitasi yang dilakukan oleh *subject* secara *real-time*. Dari nilai ini, maka dapat diberikan sebuah *feedback* sistem yang menandakan bahwa gerakan rehabilitasi *subject* sudah sesuai atau belum sesuai.

Terdapat variabel indikator kesesuaian dimana indikator ini yang mengatur apakah *subject* tersebut sudah melakukan gerakan rehabilitasi dengan benar dan sesuai atau belum. Untuk mengatur hal tersebut, maka saat *subject* melakukan gerakan rehabilitasi yang benar dan sesuai, titik vektor *joint* yang memuat data posisi elemen  $x$ ,  $y$  dan  $z$  saat gerakan rehabilitasi dihitung dan dibandingkan dengan posisi data titik vektor *joint* yang sudah direkam sebelumnya. Saat hasil dari perhitungan tersebut menghasilkan *output* berupa nilai kesesuaian gerakan diatas nilai toleransi yang sudah ditentukan, maka variabel indikator kesesuaian gerakan akan bertambah. Proses tersebut diaplikasikan oleh diagram algoritma pada gambar 3.18.



**Gambar 3.18** Diagram algoritma proses perhitungan indikator kesesuaian

Apabila gerakan *subject* rehabilitasi sudah sesuai dengan gerakan referensi untuk jangka waktu tertentu, maka sistem akan melanjutkan ke gerakan yang selanjutnya. Gambar 3.17 merupakan gambaran *flowchart* mengenai desain sistem yang sudah dirancang.



**Gambar 3.19** *Flowchart* desain sistem saat *subject* melakukan *Self-Physical Rehabilitation*



## BAB 4

### PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada bab ini dibahas mengenai pengujian dari perangkat lunak yang telah direalisasikan untuk mengetahui apakah fungsi dari sistem yang direncanakan telah bekerja sesuai dengan harapan. Pengujian pada penelitian ini dilakukan dalam beberapa bagian, yakni pengujian terhadap kemampuan *tracking* kamera Kinect menangkap pergerakan dari beberapa gerakan yang sudah ditentukan, terhadap jarak dari pergerakan sampel dan pengaruh tinggi badan *subject* pengujian dalam menyelesaikan gerakan-gerakan yang sudah ditentukan, terhadap nilai kesesuaian gerakan dan lama *subject* pengujian menyelesaikan gerakan-gerakan yang sudah ditentukan tersebut. Pengujian dilakukan pada sistem operasi *Windows 10 Home Single Language* dengan *Integrated Development Environment* (IDE) yang digunakan adalah Unity3D versi 5.5.1. Sedangkan kamera kedalaman yang digunakan adalah Microsoft Kinect. Adapun spesifikasi komputer yang digunakan dalam pengujian ini dijelaskan pada tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Spesifikasi Komputer

Komponen	Spesifikasi
Sistem Operasi	Windows 10 Home Single Language 64-bit
<i>Processor</i>	Intel Core <sup>TM</sup> i7-4702MQ CPU @2.2 GHz (8CPUs) ~2.2GHz
<i>Memory</i>	4096MB RAM
Versi <i>DirectX</i>	DirectX 12
Versi <i>DxDiag</i>	10.00.14393.0000 64-bit Unicode
<i>Display Adapter Name</i>	Intel HD Graphic 4600 – NVIDIA GeForce GT 740M
<i>Approx. Total Memory</i>	4025 MB

## 4.1 Pengujian Kemampuan *Tracking* Kinect Terhadap Jarak

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui performa dari perangkat lunak yang telah direalisasikan dalam melakukan proses pengambilan data gerakan rehabilitasi terhadap jarak dari *subject* rehabilitasi menuju Kinect. Pada pengujian tahap ini, *subject* penelitian akan melakukan gerakan rehabilitasi dari berbagai jarak. Data yang akan diambil merupakan data posisi titik vektor *joint* yang memuat  $x$ ,  $y$  dan  $z$  lalu dibandingkan dengan data posisi titik vektor *joint* gerakan yang sudah ditentukan. Selain itu, waktu pengujian ini bertujuan untuk mengetahui jarak efektif *subject* rehabilitasi terhadap Kinect untuk melakukan gerakan rehabilitasi. Gerakan-gerakan yang diujikan hanya berupa pergerakan tangan, yaitu :

- a. Gerakan membentangkan kedua tangan
- b. Gerakan memutar kedua tangan
- c. Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada
- d. Gerakan melipat tangan ke dalam
- e. Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian

Adapun Informasi lain pada pengujian tahap pertama ini, ialah sebagai berikut,

- a. Kinect Rotation :  $0^\circ$
- b. Jarak Kinect terhadap *ground* : 1 meter
- c. Jumlah sampel : 8 sampel berbagai jarak, yaitu :
  - 1) Pada jarak 1.25 meter
  - 2) Pada jarak 1.5 meter
  - 3) Pada jarak 1.75 meter
  - 4) Pada jarak 2 meter
  - 5) Pada jarak 2.25 meter
  - 6) Pada jarak 2.5 meter
  - 7) Pada jarak 2.75 meter
  - 8) Pada jarak 3 meter
- d. Tinggi badan *subject* penelitian : 149 cm, 150 cm, 151 cm, 164 cm, 170 cm, 178 cm
- e. Nilai Toleransi kesesuaian gerakan : 90%

**Tabel 4.2** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 1.25 meter pada *subject* 149 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	84,13 %	4,68 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	61,28 %	42,09 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	68,47 %	11,19 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	71,84 %	10,83 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	53,24 %	45,6 s
	<b>Rata - Rata</b>	67,79 %	22,8 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 2.25 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 1.25 meter dan dengan tinggi badan *subject* 149 cm ialah 67,79 %. Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 22,8 s.

**Tabel 4.3** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 1.5 meter pada *subject* 149 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	81,33 %	6,38 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	70,6 %	10,09 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	76,43 %	7,13 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	68,27 %	12,45 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	57,21 %	39,04 s
	<b>Rata - Rata</b>	67,79 %	15,02 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 1.5 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 1.5 dan dengan tinggi badan *subject* 149 cm ialah 70,77 %. Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 15,02 s.

**Tabel 4.4** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 1.75 meter pada *subject* 149 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	87,63 %	4,50 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	71,61 %	10,65 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	78,88 %	6,22 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	81,33 %	5,60 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	58,69 %	13,77 s
	<b>Rata - Rata</b>	75,63 %	8,15 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 1.75 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 1.75 dan dengan tinggi badan *subject* 149 cm ialah 75,63 % Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 8,15 s.

**Tabel 4.5** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 2 meter pada *subject* 149 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	89,05 %	4,45 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	71,06 %	8,61 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	80,98 %	6,43 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	81,04 %	5,93 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	63,99 %	8,66 s
	<b>Rata - Rata</b>	77,23 %	6,82 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 2 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 2 meter dan dengan tinggi badan *subject* 149 cm ialah 77,23 % Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 6,82 s.

**Tabel 4.6** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 2.25 meter pada *subject* 149 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	88,87 %	4,59 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	67,33 %	11,32 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	84,07 %	5,55 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	81,98 %	6,45 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	61,25 %	13,07 s
	<b>Rata - Rata</b>	76,70 %	8,20 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 2.25 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 2.25 meter dan dengan tinggi badan *subject* 149 cm ialah 76,70 % Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 8,20 s.

**Tabel 4.7** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 2.5 meter pada *subject* 149 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	89,54 %	4,53 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	72,89 %	9,31 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	85,90 %	5,21 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	79,99 %	8,20 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	67,50 %	8,71 s
	<b>Rata - Rata</b>	79,16 %	7,19 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 2.5 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 2.5 meter dan dengan tinggi badan *subject* 149 cm ialah 79,16 % Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 7,19 s.



**Tabel 4.8** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 2.75 meter pada *subject* 149 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	87,46 %	5,44 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	61,16 %	10,16 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	87,28 %	5,25 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	79,53 %	8,07 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	60,52 %	12,14 s
	<b>Rata - Rata</b>	75,19 %	8,21 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 2.75 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 2.75 meter dan dengan tinggi badan *subject* 149 cm ialah 75,19 % Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 8,21 s.

**Tabel 4.9** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 3 meter pada *subject* 149 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	86,65 %	4,85 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	73,12 %	9,11 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	84,82 %	5,48 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	82,73 %	5,86 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	65,40 %	10,07 s
	<b>Rata - Rata</b>	78,54 %	7,08 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 3 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 3 meter dan dengan tinggi badan *subject* 149 cm ialah 78,54 % Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 7,08 s.

**Tabel 4.10** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 1.25 meter pada *subject* 150 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	82,03 %	5,70 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	62,21 %	16,83 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	67,11 %	14,65 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	69,27 %	21,09 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	53,24 %	34,22 s
	<b>Rata - Rata</b>	66,77 %	18,5 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 1.25 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 1.25 meter dan dengan tinggi badan *subject* 150 cm ialah 66,77 % Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 18,5 s.

**Tabel 4.11** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 1.5 meter pada *subject* 150 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	85,71 %	5 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	73,50 %	7,07 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	84,23 %	5,1 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	84,76 %	5,4 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	74,77 %	5,52 s
<b>Rata - Rata</b>		80,59 %	5,62 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 1.5 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 1.5 meter dan dengan tinggi badan *subject* 150 cm ialah 80,59 % Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 5,62 s.

**Tabel 4.12** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 1.75 meter pada *subject* 150 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	85,54 %	4,95 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	64,02 %	15,34 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	84,19 %	5,38 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	84,32 %	5,54 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	72,33 %	7,7 s
	<b>Rata - Rata</b>	78,08 %	7,78 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 1.75 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 1.75 meter dan dengan tinggi badan *subject* 150 cm ialah 78,08 % Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 7,78 s.

**Tabel 4.13** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 2 meter pada *subject* 150 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	90,45 %	4,46 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	71,21 %	12,15 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	82,89 %	5,87 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	83,67 %	5,55 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	68,98 %	8,1 s
	<b>Rata - Rata</b>	79,44 %	7,23 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 2 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 2 meter dan dengan tinggi badan *subject* 150 cm ialah 79,44 % Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 7,23 s.

**Tabel 4.14** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 2.25 meter pada *subject* 150 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	93,35 %	4,19 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	63,63 %	11,4 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	85,90 %	5,05 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	81,23 %	6,75 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	75,41 %	6,69 s
	<b>Rata - Rata</b>	79,9 %	6,82 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 2.25 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 2.25 meter dan dengan tinggi badan *subject* 150 cm ialah 79,9 % Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 6,82 s.

**Tabel 4.15** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 2.5 meter pada *subject* 150 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	88,88 %	4,47 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	66 %	14,48 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	86,15 %	5,02 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	84,21 %	5 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	74,51 %	5,98 s
	<b>Rata - Rata</b>	79,95 %	7 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 2.5 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 2.5 meter dan dengan tinggi badan *subject* 150 cm ialah 79,95 % Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 7 s.



**Tabel 4.16** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 2.75 meter pada *subject* 150 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	88,32 %	4,73 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	71,37 %	10,56 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	88,43 %	4,95 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	80,88 %	6,78 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	72,11 %	6,86 s
	<b>Rata - Rata</b>	80,22 %	6,77 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 2.75 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 2.75 meter dan dengan tinggi badan *subject* 150 cm ialah 80,22 % Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 6,77 s.

**Tabel 4.17** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 3 meter pada *subject* 150 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	88,19 %	4,82 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	73,92 %	9,7 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	89,96 %	4,83 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	86,35 %	5,08 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	75,52 %	6,27 s
	<b>Rata - Rata</b>	82,79 %	6,14 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 3 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 3 meter dan dengan tinggi badan *subject* 150 cm ialah 82,79 % Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 6,14 s.

**Tabel 4.18** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 1.25 meter pada *subject* 151 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	85,68 %	5,11 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	73,57 %	10,16 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	80,39 %	5,2 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	74,72 %	8,57 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	68,59 %	10,92 s
	<b>Rata - Rata</b>	76,59 %	7,99 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 1.25 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 1.25 meter dan dengan tinggi badan *subject* 151 cm ialah 76,59 % Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 7,99 s.

**Tabel 4.19** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 1.5 meter pada *subject* 151 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	85,71 %	5 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	73,5 %	7,07 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	84,23 %	5,1 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	84,76 %	5,4 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	74,77 %	5,52 s
<b>Rata - Rata</b>		80,59 %	5,62 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 1.5 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 1.5 meter dan dengan tinggi badan *subject* 151 cm ialah 80,59 % Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 5,62 s.

**Tabel 4.20** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 1.75 meter pada *subject* 151 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	85,54 %	4,95 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	64,02 %	15,34 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	84,19 %	5,38 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	84,32 %	5,54 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	72,33 %	7,70 s
<b>Rata - Rata</b>		78,08 %	7,78 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 1.75 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 1.75 meter dan dengan tinggi badan *subject* 151 cm ialah 78,08 % Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 7,78 s.

**Tabel 4.21** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 2 meter pada *subject* 151 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	90,45 %	4,46 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	71,21 %	12,15 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	82,89 %	5,87 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	83,67 %	5,55 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	68,98 %	8,10 s
	<b>Rata - Rata</b>	79,44 %	7,23 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 2 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 2 meter dan dengan tinggi badan *subject* 151 cm ialah 79,44 % Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 7,23 s.

**Tabel 4.22** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 2.25 meter pada *subject* 151 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	93,35 %	4,19 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	63,63 %	11,4 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	85,9 %	5,05 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	81,23 %	6,75 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	75,41 %	6,69 s
	<b>Rata - Rata</b>	79,9 %	6,82 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 2.25 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 2.25 meter dan dengan tinggi badan *subject* 151 cm ialah 79,9 % Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 6,82 s.

**Tabel 4.23** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 2.5 meter pada *subject* 151 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	88,88 %	4,47 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	66 %	14,48 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	86,15 %	5,02 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	84,21 %	5 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	74,51 %	5,98 s
	<b>Rata - Rata</b>	79,5 %	6,99 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 2.5 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 2.5 meter dan dengan tinggi badan *subject* 151 cm ialah 79,95 % Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 6,99 s.



**Tabel 4.24** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 2.75 meter pada *subject* 151 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	88,32 %	4,73 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	71,37 %	10,56 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	88,43 %	4,95 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	80,88 %	6,78 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	72,11 %	6,86 s
	<b>Rata - Rata</b>	80,22 %	6,77 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 2.75 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 2.75 meter dan dengan tinggi badan *subject* 151 cm ialah 80,22 % Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 6,77 s.

**Tabel 4.25** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 3 meter pada *subject* 151 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	88,19 %	4,82 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	73,92 %	9,7 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	89,96 %	4,83 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	86,35 %	5,08 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	75,52 %	6,27 s
	<b>Rata - Rata</b>	82,79 %	6,14 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 3 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 3 meter dan dengan tinggi badan *subject* 151 cm ialah 82,79 % Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 6,14 s.

**Tabel 4.26** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 1.25 meter pada *subject* 164 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	96,16 %	4,14 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	85,39 %	5,38 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	88,2 %	4,74 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	89,05 %	4,61 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	72,13 %	7,03 s
	<b>Rata - Rata</b>	86,19 %	5,18 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 1.25 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 1.25 meter dan dengan tinggi badan *subject* 164 cm ialah 86,19 % Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 5,18 s.

**Tabel 4.27** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 1.5 meter pada *subject* 164 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	94,91 %	4,13 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	82,52 %	6,18 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	87,56 %	4,64 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	88,7 %	4,88 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	75,02 %	6,66 s
	<b>Rata - Rata</b>	85,74 %	5,3 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 1.5 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 1.5 meter dan dengan tinggi badan *subject* 164 cm ialah 85,74 % Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 5,3 s.

**Tabel 4.28** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 1.75 meter pada *subject* 164 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	95,09 %	4,14 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	83,7 %	5,36 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	91,01 %	4,5 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	90,98 %	4,4 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	81,88 %	4,97 s
	<b>Rata - Rata</b>	88,53 %	4,68 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 1.75 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 1.75 meter dan dengan tinggi badan *subject* 164 cm ialah 88,53 % Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 4,68 s.

**Tabel 4.29** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 2 meter pada *subject* 164 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	93,25 %	4,5 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	85,05 %	5,88 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	88,14 %	4,88 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	91,01 %	4,89 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	84,2 %	5,03 s
	<b>Rata - Rata</b>	88,33 %	5,04 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 2 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 2 meter dan dengan tinggi badan *subject* 164 cm ialah 88,33 % Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 5,04 s.

**Tabel 4.30** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 2.25 meter pada *subject* 164 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	94,49 %	4,28 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	86,47 %	5,39 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	90,43 %	4,42 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	91,34 %	4,5 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	82,95 %	5,08 s
	<b>Rata - Rata</b>	89,14 %	4,73 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 2.25 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 2.25 meter dan dengan tinggi badan *subject* 164 cm ialah 89,14 % Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 4,73 s.

**Tabel 4.31** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 2.5 meter pada *subject* 164 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	95,89 %	4,28 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	88,29 %	4,88 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	90,15 %	4,63 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	87,69 %	4,69 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	83,56 %	4,96 s
	<b>Rata - Rata</b>	89,12 %	4,69 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 2.5 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 2.5 meter dan dengan tinggi badan *subject* 164 cm ialah 89,12 % Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 4,69 s.



**Tabel 4.32** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 2.75 meter pada *subject* 164 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	96,22 %	4,2 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	85,85 %	5,83 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	89,49 %	4,72 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	88,46 %	4,65 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	81,8 %	5,2 s
	<b>Rata - Rata</b>	88,36 %	4,92 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 2.75 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 2.75 meter dan dengan tinggi badan *subject* 164 cm ialah 88,36 % Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 4,92 s.

**Tabel 4.33** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 3 meter pada *subject* 164 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	92,75 %	4,27 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	81,38 %	7,15 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	91,97 %	4,49 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	92,32 %	4,66 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	78,96 %	5,54 s
	<b>Rata - Rata</b>	88,36 %	5,22 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 3 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 3 meter dan dengan tinggi badan *subject* 164 cm ialah 87,48 % Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 5,22 s.

**Tabel 4.34** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 1.25 meter pada *subject* 170 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	88,30 %	29 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	73,25 %	23 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	85,07%	12,59 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	86,4%	10 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	0%	-
<b>Rata - Rata</b>		66,53 %	-

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 1.25 meter, Kinect, hanya mampu menangkap 15 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Ini disebabkan oleh jarak yang terlalu dekat sehingga titik *joint* kaki tidak terdeteksi oleh kamera Kinect. Sedangkan, untuk *joint* yang lain, bisa terdeteksi, tetapi, untuk *joint* kepala, terlihat *glitch* beberapa kali pada saat proses gerakan berlangsung. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 1.25 meter dan dengan tinggi badan *subject* 170 cm ialah 66,53 %. Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, tidak bisa dihitung, dikarenakan gerakan kelima, yaitu mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian, tidak dapat dideteksi oleh Kinect. Pada saat *subject* penelitian mengangkat tangan, maka kamera Kinect gagal mendeteksi pergerakan dikarenakan pergerakan tersebut di luar daya tangkap kamera Kinect pada jarak 1.25 meter.

**Tabel 4.35** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 1.5 meter pada *subject* 170 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	87,38 %	9 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	79,91 %	19,3 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	85,10 %	8,43 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	89,60 %	5,55 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	0%	-
	<b>Rata - Rata</b>	68,4 %	-

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 1.5 meter, Kinect, menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect, tetapi untuk *joint* kepala, terlihat *glitch* beberapa kali pada saat proses gerakan berlangsung. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 1.5 meter dan dengan tinggi badan *subject* 170 cm ialah 68,4 %. Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, tidak bisa dihitung, dikarenakan gerakan kelima, yaitu mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian, tidak dapat dideteksi oleh Kinect. Pada saat *subject* penelitian mengangkat tangan, maka kamera Kinect gagal mendeteksi pergerakan dikarenakan pergerakan tersebut di luar daya tangkap kamera Kinect pada jarak 1.5 meter.

**Tabel 4.36** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 1.75 meter pada *subject* 170 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	86,23 %	15,37 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	79,97 %	12,41 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	85,42 %	8,25 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	87,14 %	7,15 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	0%	-
	<b>Rata - Rata</b>	67,75 %	-

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 1.75 meter, Kinect, menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 1.75 meter dan dengan tinggi badan *subject* 170 cm ialah 67,75 %. Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, tidak bisa dihitung, dikarenakan gerakan kelima, yaitu mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian, tidak dapat dideteksi oleh Kinect. Pada saat *subject* penelitian mengangkat tangan, maka kamera Kinect gagal mendeteksi pergerakan dikarenakan pergerakan tersebut di luar daya tangkap kamera Kinect pada jarak 1.75 meter.

**Tabel 4.37** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 2 meter pada *subject* 170 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	89,85 %	9,94 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	82,28 %	13,71 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	87,07 %	7,15 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	92,27 %	5,05 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	0%	-
	<b>Rata - Rata</b>	70,1 %	-

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 2 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 2 meter dan dengan tinggi badan *subject* 170 cm ialah 70,1 %. Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, tidak bisa dihitung, dikarenakan gerakan kelima, yaitu mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian, tidak dapat dideteksi oleh Kinect. Pada saat *subject* penelitian mengangkat tangan, maka kamera Kinect gagal mendeteksi pergerakan dikarenakan pergerakan tersebut di luar daya tangkap kamera Kinect pada jarak 2 meter.

**Tabel 4.38** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 2.25 meter pada *subject* 170 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	90,16 %	5,85 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	76,66 %	29,25 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	87,12 %	6,55 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	88,81 %	7,17 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	70,21 %	33,985 s
	<b>Rata - Rata</b>	82.59 %	16.5 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 2.25 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 2.25 meter dan dengan tinggi badan *subject* 170 cm ialah 82,59 %. Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 16.5 s.

**Tabel 4.39** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 2.5 meter pada *subject* 170 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	92,79 %	5,44 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	85,75 %	10,495 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	88,34 %	5,39 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	89,87 %	5,94 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	81,04 %	10,58 s
	<b>Rata - Rata</b>	87,56 %	7,57 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 2.5 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 2.5 meter dan dengan tinggi badan *subject* 170 cm ialah 87,56 %. Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 7,57 s.



**Tabel 4.40** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 2.75 meter pada *subject* 170 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	89,79 %	9,76 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	81,61 %	11,04 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	88,82 %	7,05 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	91,82 %	5,08 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	77,91 %	14,57 s
	<b>Rata - Rata</b>	85,99 %	9,5 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 2.75 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 2.75 meter dan dengan tinggi badan *subject* 170 cm ialah 85,99 %. Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 9,5 s.

**Tabel 4.41** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 3 meter pada *subject* 170 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	89,68 %	7,10 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	85,03 %	9,82 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	85,34 %	13,15 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	88,98 %	7,49 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	74,99 %	26,36 s
	<b>Rata - Rata</b>	84,80 %	12,78 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 3 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 3 meter dan dengan tinggi badan *subject* 170 cm ialah 84,80 %. Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 12,78 s.

**Tabel 4.42** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 1.25 meter pada *subject* 178 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	88,65 %	5 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	69,37 %	11,22 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	87,84 %	4,85 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	86,97 %	5,18 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	60,93 %	18,79 s
	<b>Rata - Rata</b>	78,75 %	9,01 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 1.25 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 1.25 meter dan dengan tinggi badan *subject* 178 cm ialah 78,75 %. Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 9,01 s.

**Tabel 4.43** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 1.5 meter pada *subject* 178 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	88,71 %	4,7 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	73,94 %	9,92 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	93,5 %	4,39 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	90,75 %	4,9 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	68,26 %	10,36 s
	<b>Rata - Rata</b>	83,03 %	6,85 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 1.5 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 1.5 meter dan dengan tinggi badan *subject* 178 cm ialah 83,03 %. Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 6,85 s.

**Tabel 4.44** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 1.75 meter pada *subject* 178 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	88,22 %	4,45 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	68,39 %	11,18 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	91,77 %	4,3 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	88,01 %	5,07 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	64,96 %	10,22 s
<b>Rata - Rata</b>		80,27 %	7,05 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 1.75 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 1.75 meter dan dengan tinggi badan *subject* 178 cm ialah 80,27 %. Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 7,05 s.

**Tabel 4.45** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 2 meter pada *subject* 178 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	73,92 %	5,8 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	63,92 %	12,69 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	86,86 %	4,7 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	88,14 %	4,94 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	72,47 %	7,4 s
	<b>Rata - Rata</b>	77,06 %	7,11 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 2 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 2 meter dan dengan tinggi badan *subject* 178 cm ialah 77,06 %. Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 7,11 s.

**Tabel 4.46** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 2.25 meter pada *subject* 178 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	85,11 %	4,5 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	65,19 %	12,77 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	81,55 %	6,28 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	84,63 %	5,38 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	72,65 %	6,29 s
	<b>Rata - Rata</b>	77,83 %	7,05 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 2.25 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 2.25 meter dan dengan tinggi badan *subject* 178 cm ialah 77,83 %. Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 7,05 s.

**Tabel 4.47** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 2.5 meter pada *subject* 178 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	84,72 %	4,73 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	64,7 %	11,91 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	87,09 %	4,76 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	80,84 %	6,84 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	71,48 %	6,9 s
	<b>Rata - Rata</b>	77,77 %	7,03 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 2.5 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 2.5 meter dan dengan tinggi badan *subject* 178 cm ialah 77,77 %. Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 7,03 s.



**Tabel 4.48** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 2.75 meter pada *subject* 178 cm

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	84,5 %	5,01 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	66,19 %	11,32 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	85,62 %	4,74 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	82,29 %	6,37 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	71,36 %	7 s
	<b>Rata - Rata</b>	77,99 %	6,89 s

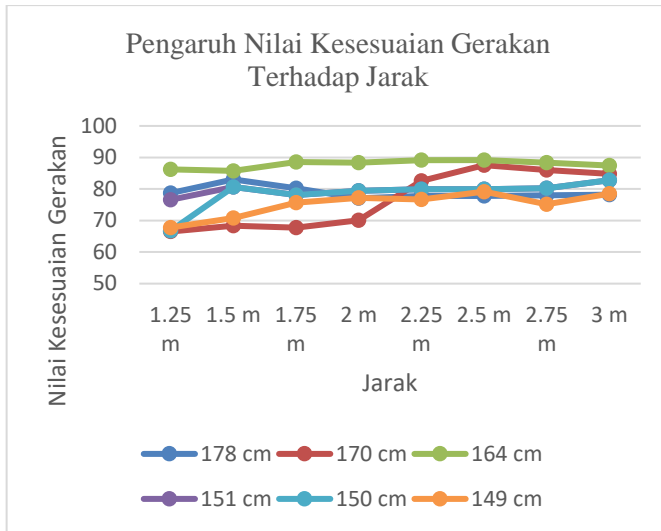
Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 2.75 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 2.75 meter dan dengan tinggi badan *subject* 178 cm ialah 77,99 %. Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 6,89 s.

**Tabel 4.49** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan jarak 3 meter pada *subject* 178 cm

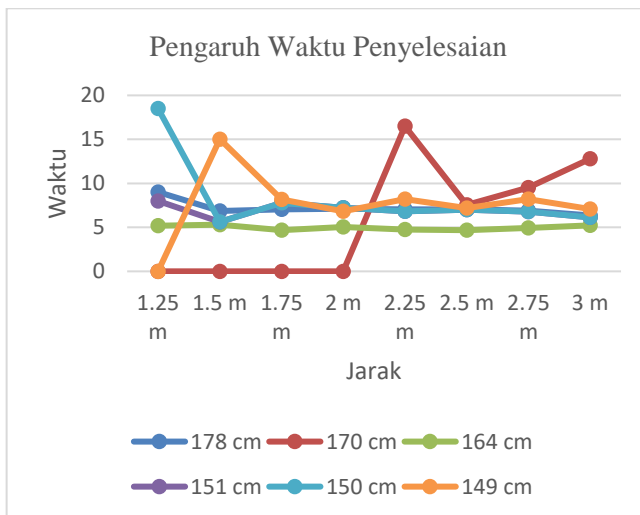
No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan membentangkan kedua tangan	76,3 %	6,63 s
2	Gerakan memutar kedua tangan	69,57 %	9,01 s
3	Gerakan menarik kedua tangan ke belakang dan membusungkan dada	86,94 %	4,61 s
4	Gerakan melipat tangan ke dalam	83,14 %	5,57 s
5	Gerakan mengangkat tangan dan menggerakkan badan ke kanan dan kekiri secara bergantian	74,86 %	5,93 s
	<b>Rata - Rata</b>	78,16 %	6,35 s

Pada pengujian tahap pertama dengan jarak 3 meter, Kinect, mampu menangkap 20 titik *joint* dari 20 titik *joint* yang bisa ditangkap oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada pengujian dengan jarak 3 meter dan dengan tinggi badan *subject* 178 cm ialah 78,16 %. Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan, ialah 6,35 s.

Berdasarkan hasil pengujian diatas, dapat disimpulkan bahwa kemampuan *tracking* Kinect menangkap pergerakan, dipengaruhi oleh jarak *subject*. Apabila jarak terlalu dekat, maka Kinect mengalami *glitch* pada titik vektor *joint* yang tidak bisa ditangkap. Hal ini terlihat pada pengujian kemampuan *tracking* Kinect dengan jarak 1.25 meter dan 1.5 meter pada tinggi badan 170 cm. Hanya beberapa titik *joint* saja yang dapat dideteksi oleh Kinect. Jarak juga mempengaruhi gerakan ke-5 yaitu gerakan mengangkat tangan. Gerakan ini hanya bisa ditangkap oleh kamera Kinect, pada saat *subject* berjarak 2.25 meter ke atas.



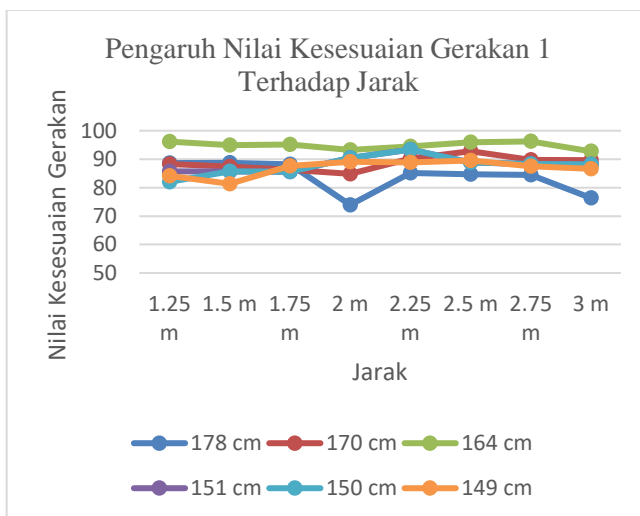
**Gambar 4.1** Grafik pengaruh jarak terhadap nilai kesesuaian gerakan



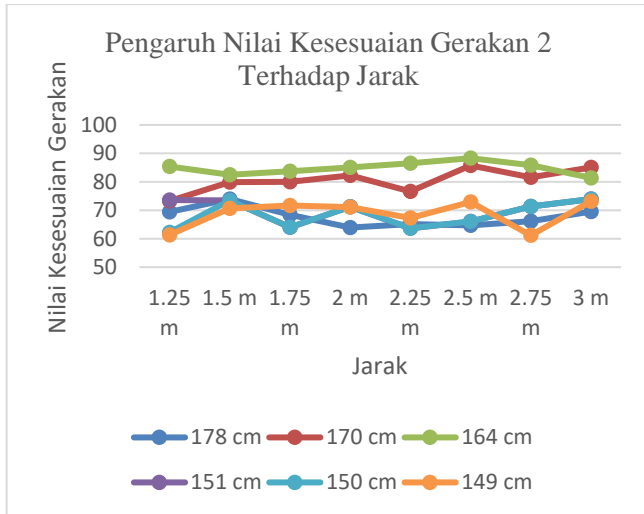
**Gambar 4.2** Grafik pengaruh jarak terhadap waktu penyelesaian

Pada gambar 4.1, menunjukkan bahwa jarak berpengaruh terhadap rata-rata nilai kesesuaian gerakan. Menurut hasil penelitian tersebut, jarak yang paling efektif untuk *subject* dengan tinggi badan yang bervariasi merupakan antara 2.25 m hingga 3 m, dimana rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada rentang jarak tersebut terlihat stabil pada gambar 4.1. Selain itu, kesimpulan hasil penelitian tersebut juga diperkuat dengan parameter rata-rata waktu penyelesaian gerakan oleh *subject* yang ditunjukkan oleh gambar 4.2. Dapat ditarik kesimpulan, bahwa semakin efektif jarak untuk melakukan gerakan rehabilitasi, maka akan semakin cepat pula penyelesaian dari rehabilitasi tersebut.

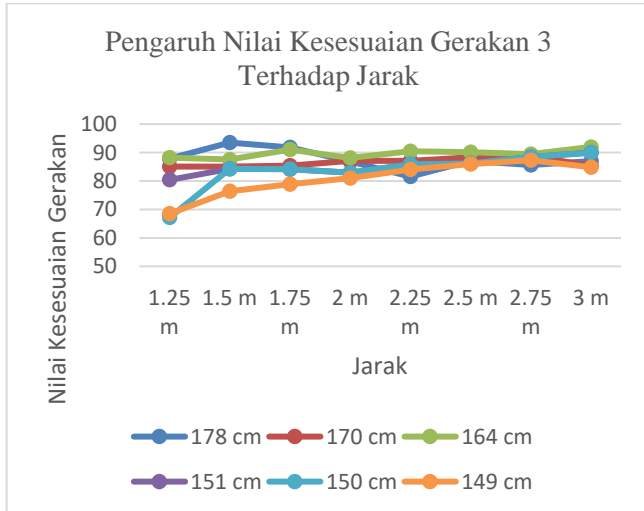
Selain kedua faktor diatas, dapat dilihat pula, nilai kesesuaian setiap masing-masing gerakan juga berpengaruh terhadap jarak *subject* terhadap Kinect. Hal ini ditunjukkan oleh gambar 4.3 hingga gambar 4.7. Jarak yang efektif akan memberikan nilai kesesuaian gerakan yang tinggi. Dengan begitu, dapat ditarik kesimpulan, bahwa jarak efektif untuk melakukan gerakan rehabilitasi dalam aplikasi *MedCap* sangat berpengaruh terhadap nilai kesesuaian gerakan.



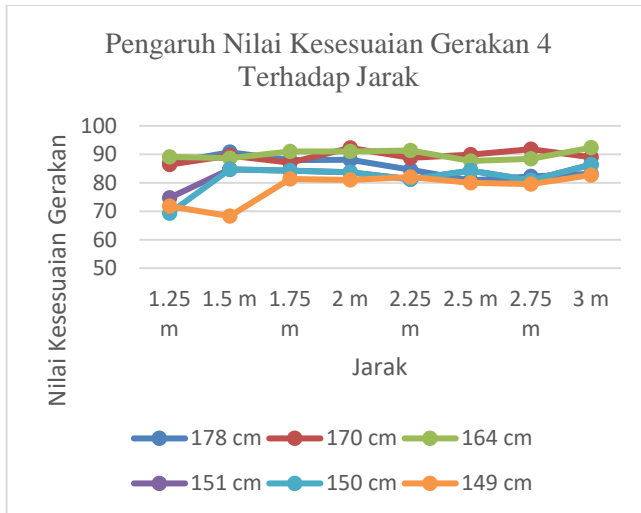
**Gambar 4.3** Grafik pengaruh jarak terhadap nilai kesesuaian gerakan 1



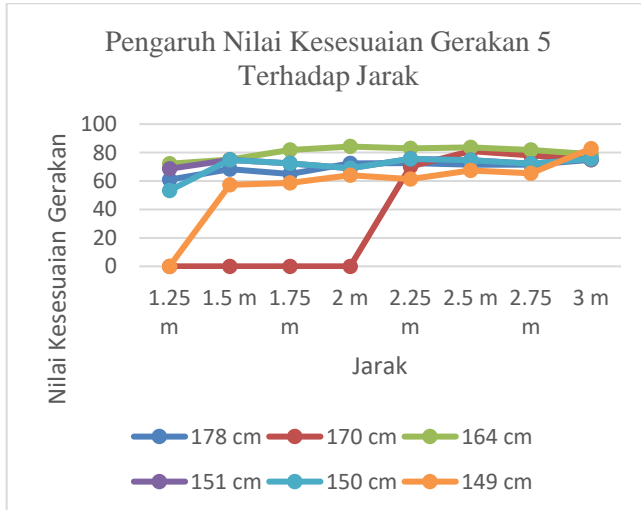
**Gambar 4.4** Grafik pengaruh jarak terhadap nilai kesesuaian gerakan 2



**Gambar 4.5** Grafik pengaruh jarak terhadap nilai kesesuaian gerakan 3



**Gambar 4.6** Grafik pengaruh jarak terhadap nilai kesesuaian gerakan 4



**Gambar 4.7** Grafik pengaruh jarak terhadap nilai kesesuaian gerakan 5

## 4.2 Pengujian Kemampuan *Tracking* Kinect Terhadap Gerakan Referensi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui performa dari perangkat lunak yang telah direalisasikan dalam melakukan proses pengambilan data gerakan rehabilitasi terhadap gerakan referensi. Gerakan referensi ini diambil dari *Modul Keperawatan Gerontik : Konsep, Teori, Asuhan Keperawatan, Terapi Modalitas Dan Pelayanan Kesehatan Usia Lanjut* Politeknik Kesehatan Kemenkes Malang Jurusan Keperawatan. Pada pengujian tahap ini, *subject* akan melakukan gerakan-gerakan dari gerakan referensi berasal dari modul tersebut, yang sudah direkam terlebih dahulu. Data posisi titik vektor *joint* yang merupakan data gerakan *subject* melakukan gerakan referensi tersebut akan dibandingkan dengan rekaman gerakan referensi menurut modul. Nilai perbandingan dari gerakan *subject* dan referensi itu akan digunakan untuk indikasi performa dari perangkat lunak yang telah direalisasikan. Indikasi lainnya ialah waktu pengujian, yang artinya waktu *subject* dalam menyelesaikan gerakan referensi. Pengujian pada tahap ini bertujuan untuk mengetahui performa dari perangkat lunak yang telah direalisasikan terhadap beberapa gerakan referensi yang berasal dari modul dan teori yang ada, sehingga dapat mengetahui gerakan-gerakan apa saja yang dapat digunakan dengan alat ini. Gerakan-gerakan referensi tersebut ialah sebagai berikut :

### 1. Modul Terapi Latihan Fisik Peregangan Otot pada Usia Lanjut

Terapi ini dapat mempertahankan kebugaran jasmani untuk memelihara dan mempertahankan kesehatan jasmani, dengan melakukan latihan kelenturan atau *flexibility*, yang merupakan kemampuan untuk menggerakkan otot dan sendi pada seluruh daerah pergerakannya. Modul menganjurkan untuk melakukan latihan peregangan otot beberapa menit dalam sehari dan sebaiknya dilakukan pada kondisi badan yang baik, dimulai dengan yang ringan kemudian ditingkatkan secara bertahap. Gerakan-gerakan pada terapi latihan fisik peregangan otot pada usia lanjut tersebut yang digunakan untuk penelitian meliputi beberapa latihan, yaitu :

#### a. Latihan Kepala dan Leher

- i. Gerakan 1 : Putar kepala ke samping kiri, kemudian ke kanan dengan melihat ke bahu.
- ii. Gerakan 2 : Miringkan kepala ke bahu sebelah kanan lalu ke kiri.

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan 1	91,55 %	5,08 s
2	Gerakan 2	61,75 %	19,67 s
	<b>Rata - Rata</b>	76,65%	12,375 s

**Tabel 4.50** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan Modul 1 – Latihan Kepala dan Leher

Pada pengujian tahap kedua ini pada modul latihan fisik peregangan otot bagian leher ini, sensor kinect dirasa kurang efektif dalam penangkapan rotasi dari titik *joint* vektor pada kepala. Hal ini ditunjukkan dengan hasil rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada gerakan 2, yaitu hanya 61,75%, tetapi hasil pada gerakan 1, 91,55%. Gerakan pada gerakan 1 cenderung tidak berpindah tempat dan hanya berotasi, jadi mempunyai nilai kesesuaian gerakan yang besar, berbeda dengan gerakan 2 yang melakukan perpindahan vektor walaupun hanya sedikit dan cenderung gerakan yang pasif dideteksi oleh Kinect. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada latihan kepala dan leher ialah 76,65% dan rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tahap latihan ini ialah 12,375 s.

b. Latihan Bahu dan Lengan

- i. Gerakan 1 : Angkat bahu ke atas mendekati telinga kemudian turunkan kembali perlahan-lahan.
- ii. Gerakan 2 : Tepukkan kedua telapak tangan dan regangkan lengan ke depan setinggi bahu. Pertahankan bahu tetap lurus dan kedua lengan bertepuk kemudian angkat lengan ke atas kepala.
- iii. Gerakan 3 : Dengan satu tangan menyentuh bagian belakang dari leher, menyentuh punggung sejauh mungkin.
- iv. Gerakan 4 : Meletakkan tangan di pinggang kemudian coba meraih ke atas sebisanya.



No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan 1	80,99 %	6,40 s
2	Gerakan 2	83,10 %	5,07 s
3	Gerakan 3	56 %	-
4	Gerakan 4	94,64 %	5,14 s
	<b>Rata - Rata</b>	78,68 %	-

**Tabel 4.51** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan Modul 1 – Latihan Bahu dan Lengan

Pada pengujian tahap kedua pada modul latihan fisik peregangan otot bagian bahu dan lengan ini, sensor kinect dirasa kurang efektif dalam penangkapan gerakan yang membelakangi dari titik *joint* vektor pada tangan dan bahu. Hal ini ditunjukkan dengan hasil rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada gerakan 3, yaitu hanya 56%, hasil ini berbeda dengan hasil nilai kesesuaian gerakan lainnya. Gerakan pada gerakan 3 cenderung memiliki titik vektor *joint* tangan yang menumpuk satu sama lain dengan *joint* badan, jadi mempunyai nilai kesesuaian gerakan yang kecil, berbeda dengan gerakan 1, 2 dan 4 yang merupakan gerakan tidak menumpuk satu sama lain. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada latihan bahu dan lengan ialah 78,68%, sedangkan untuk waktu penyelesaian tidak dapat dihitung dikarenakan ada gerakan yang kurang dari nilai kesesuaian gerakan yang ditetapkan, sehingga latihan bahu dan lengan ini tidak dapat diselesaikan.

c. Latihan Tangan

- i. Gerakan 1 : Meletakkan telapak tangan tertelungkup diatas meja, lebarkan jari-jari dan tekan ke meja.
- ii. Gerakan 2 : Membalikkan telapak tangan, menarik ibu jari sampai menyentuh jari kelingking kemudian menariknya kembali, dan melanjutkannya dengan menyentuh tiap-tiap jari.

- iii. Gerakan 3 : Kepalkan tangan sekuatnya kemudian regangkan jari-jari selurus mungkin.

Pada pengujian tahap kedua pada modul latihan fisik peregangan otot bagian latihan tangan ini, tidak bisa dilakukan pengujian, dikarenakan kinect tidak dapat mendeteksi pergerakan dari titik *joint* pada jari manusia.

d. Latihan Punggung

- i. Gerakan 1 : Meletakkan tangan disamping badan, membengkokkan badan ke satu sisi kemudian ke sisi yang lain.
- ii. Gerakan 2 : Meletakkan tangan di pinggang dan menahan kedua kaki, lalu memutar tubuh dengan melihat bahu ke kiri lalu ke kanan.
- iii. Gerakan 3 : Posisi tidur telentang dengan lutut dilipat dan telapak kaki datar pada tempat tidur.
- iv. Gerakan 4 : Regangkan kedua lengan ke samping. Tahan bahu pada tempatnya dan jatuhkan kedua lutut ke samping kiri dan kanan.
- v. Gerakan 5 : Tepukkan ke dua tangan ke belakang kemudian regangkan kedua bahu ke belakang.

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan 1	94,20 %	5,11 s
2	Gerakan 2	72,86 %	39,07 s
3	Gerakan 3	0 %	-
4	Gerakan 4	94,35 %	4,91 s
5	Gerakan 5	69,89 %	-
	<b>Rata - Rata</b>	66,26 %	-

**Tabel 4.52** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan Modul 1 – Latihan Punggung

Pada pengujian tahap kedua pada modul latihan fisik peregangan otot bagian punggung ini, sensor kinect dirasa kurang efektif dalam penangkapan gerakan yang membelakangi dari titik *joint* vektor pada tangan dan badan. Hal ini ditunjukkan dengan hasil rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada gerakan 5, yaitu hanya 69,89 %, hasil ini berbeda dengan hasil nilai kesesuaian gerakan, gerakan 1, 2 dan 4. Selain itu sensor kinect juga tidak dapat mendeteksi pergerakan seseorang dengan posisi awal tidur, seperti pada gerakan 3, oleh karena itu, gerakan 3 dan 5 tidak akan bisa diselesaikan. Sedangkan untuk melanjutkan ke gerakan selanjutnya, diperlukan kesesuaian gerakan yang akurat atau gerakan tersebut tidak mempunyai waktu penyelesaian. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada latihan punggung ialah 66,26%, sedangkan untuk waktu penyelesaian tidak dapat dihitung dikarenakan ada gerakan yang kurang dari nilai kesesuaian gerakan yang ditetapkan, sehingga latihan punggung ini tidak dapat diselesaikan.

e. Latihan Paha

- i. Gerakan 1 : Latihan ini dapat dilakukan dengan berdiri tegak atau dengan posisi tidur menurut modul. Lipat satu lutut sampai dada lalu kembali ke posisi semula. Bergantian dengan kaki lain.
- ii. Gerakan 2 : Meregangkan kaki ke samping sejauh mungkin dan kembali ke posisi awal. Bergantian dengan kaki yang lain satu per satu.
- iii. Gerakan 3 : Duduk dengan kaki lurus ke depan dan menekan kedua lutut pada tempat tidur sampai bagian belakang lutut menyentuh tempat tidur.
- iv. Gerakan 4 : Menahan kaki lurus tanpa membengkokkan lutut, tarik kaki ke arah kita kemudian meregangkannya kembali.
- v. Gerakan 5 : Menekuk dan meregangkan jari-jari kaki tanpa menggerakkan lutut.
- vi. Gerakan 6 : Menahan lutut tetap lurus, memutar telapak kaki ke dalam sehingga permukaannya saling bertemu, kemudian kembali ke posisi semula.

- vii. Gerakan 7 : Berdiri dengan tegak dan berpegangan pada satu tumpuan. Mengangkat tumit setinggi-tingginya lalu memutarkannya.

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan 1	96,62 %	4,15 s
2	Gerakan 2	88,76 %	7,58 s
3	Gerakan 3	0 %	-
4	Gerakan 4	0 %	-
5	Gerakan 5	0 %	-
6	Gerakan 6	0 %	-
7	Gerakan 7	0 %	-
	<b>Rata - Rata</b>	26,48 %	-

**Tabel 4.53** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan Modul 1 – Latihan Paha

Pada pengujian tahap kedua pada modul latihan fisik peregang otot bagian paha ini, sensor kinect dirasa kurang efektif, karena tidak dapat mendeteksi pergerakan seseorang dengan posisi awal tidur, seperti pada gerakan 3, gerakan 4, gerakan 5, gerakan 6 dan gerakan 7, oleh karena itu, gerakan tersebut tidak akan bisa diselesaikan. Sedangkan untuk melanjutkan ke gerakan selanjutnya, diperlukan kesesuaian gerakan yang akurat atau gerakan tersebut tidak akan bisa di selesaikan. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada latihan paha ialah 26,48 %, sedangkan untuk waktu penyelesaian tidak dapat dihitung dikarenakan ada gerakan yang kurang dari nilai kesesuaian gerakan yang ditetapkan.

f. Latihan Muka

- i. Gerakan 1 : Mengerutkan muka kuat-kuat kemudian menarik alis ke atas.

- ii. Gerakan 2 : Menutup mata kuat-kuat kemudian membukanya lebar-lebar.
- iii. Gerakan 3 : Mengembangkan pipi keluar sebisanya kemudian menghisapnya kembali kedalam.
- iv. Gerakan 4 : Menarik bibir ke belakang sebisanya kemudian meniutkan dan bersiul.

Pada pengujian tahap kedua pada modul latihan fisik peregangan otot bagian latihan muka ini, tidak bisa dilakukan pengujian, dikarenakan kinect tidak dapat mendeteksi pergerakan dari titik *joint* pada muka manusia.

## 2. Modul Latihan Gerak Sendi atau *Range of Motion* Pasif

*Range of movement*, merupakan latihan gerak sendi. Latihan ini diindikasikan untuk pasien yang telah *bed rest* lama dan beresiko untuk terjadi kontraktur persendian. Tujuan dari latihan ini ialah untuk mencegah kontraktur dan pengecilan otot dan tendon. Pada modul ini terdapat beberapa gerakan, yaitu :

- a. Leher
  - i. Gerakan 1 : Merotasikan leher dengan menundukkan kepala dan putar ke kiri dan ke kanan.
  - ii. Gerakan 2 : Menggerakkan kepala menyentuh dada kemudian kepala sedikit di tengadahkan.
  - iii. Gerakan 3 : Menggerakkan kepala ke samping kanan dan kiri hingga telinga dan bahu hampir bersentuhan.

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan 1	73,59 %	14,04 s
2	Gerakan 2	94,25 %	4,68 s
3	Gerakan 3	97,71 %	4,13 s
	<b>Rata - Rata</b>	88,51 %	7,6 s

**Tabel 4.54** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan Modul 2 – Leher

Pada pengujian tahap kedua pada modul latihan gerak sendi bagian leher ini, Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada latihan leher ialah 88,51 %, sedangkan untuk waktu penyelesaian tidak ialah 7,6 s.

b. Fleksi dan Ekstensi Bahu

Gerakan : Mengangkat lengan dan menggerakkannya ke atas atau disebut fleksi dan ke bawah disebut ekstensi.

Pada pengujian tahap kedua pada modul latihan gerak sendi bagian fleksi dan ekstensi bahu ini, Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada latihan fleksi dan ekstensi bahu ialah 76,07 %, sedangkan untuk waktu penyelesaian tidak ialah 12,46 s.

c. Abduksi dan Adduksi Bahu

Gerakan : Mengangkat lengan dan menggerakkannya kesamping sejajar dengan bahu atau disebut dengan abduksi dan menggerakkannya ke bawah atau disebut juga dengan gerakan adduksi.

Pada pengujian tahap kedua pada modul latihan gerak sendi bagian abduksi dan adduksi bahu ini, Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada latihan abduksi dan adduksi bahu ialah 85,30 %, sedangkan untuk waktu penyelesaian tidak ialah 5,79 s.

d. Rotasi Bahu

Gerakan : Merotasikan bahu keatas dan kebawah.

Pada pengujian tahap kedua pada modul latihan gerak sendi bagian rotasi bahu ini, Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada latihan rotasi bahu ialah 85,42 %, sedangkan untuk waktu penyelesaian tidak ialah 7,89 s.

e. Fleksi dan Ekstensi Siku

Gerakan : Meluruskan siku atau disebut dengan ekstensi dan menggerakkannya masuk ke badan yang disebut gerakan fleksi pada siku.

Pada pengujian tahap kedua pada modul latihan gerak sendi bagian fleksi dan ekstensi siku ini, Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada latihan fleksi dan ekstensi siku ialah 89,88 %, sedangkan untuk waktu penyelesaian tidak ialah 6,32 s.

f. Pronasi dan Supinasi Lengan Bawah

Gerakan : Gerakan mengadiah dan menelungkupkan tangan.

Pada pengujian tahap kedua pada modul latihan gerak sendi bagian pronasi dan supinasi lengan bawah ini, tidak bisa dilakukan pengujian, dikarenakan kinect tidak dapat mendeteksi perbedaan depan dan belakang pada posisi titik *joint* yang ditangkap.

g. Fleksi dan Ekstensi Pergelangan Tangan

Gerakan : Gerakan menekuk tangan secara fleksi dan ekstensi.

Pada pengujian tahap kedua pada modul latihan gerak sendi bagian fleksi dan ekstensi pergelangan tangan ini, tidak bisa dilakukan pengujian, dikarenakan kinect tidak dapat mendeteksi posisi titik *joint* pergelangan tangan.

h. Fleksi dan Ekstensi Jari-jari

Gerakan : Gerakan fleksi, ekstensi, abduksi dan adduksi pada jari-jari tangan.

Pada pengujian tahap kedua pada modul latihan gerak sendi bagian fleksi dan ekstensi jari-jari ini, tidak bisa dilakukan pengujian, dikarenakan kinect tidak dapat mendeteksi posisi titik *joint* jari-jari tangan.

i. Rotasi Pangkal Paha

Gerakan : Gerakan memutar kaki dengan pangkal paha sebagai porosnya.

Pada pengujian tahap kedua pada modul latihan gerak sendi bagian rotasi pangkal paha ini, Rata-rata nilai kesesuaian gerakan

pada latihan rotasi pangkal paha ialah 88,83 % sedangkan untuk waktu penyelesaian tidak ialah 9,56s.

j. Abduksi dan Adduksi Pangkal Paha

Gerakan : Gerakan kaki menjauhi (abduksi) dan mendekati badan (adduksi).

Pada pengujian tahap kedua pada modul latihan gerak sendi bagian abduksi dan adduksi pangkal paha ini, Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada latihan abduksi dan adduksi pangkal paha ialah 91,50 % sedangkan untuk waktu penyelesaian tidak ialah 6,50s.

k. Fleksi dan Ekstensi Lutut

Gerakan : Gerakan mengangkat kaki dan menekuk lutut.

Pada pengujian tahap kedua pada modul latihan gerak sendi bagian fleksi dan ekstensi lutut ini, Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada latihan fleksi dan ekstensi lutut ialah 93.15 % sedangkan untuk waktu penyelesaian tidak ialah 5,34s.

l. Fleksi dan Ekstensi Pergelangan Kaki

Gerakan : Gerakan menekuk dan menarik pergelangan kaki.

Pada pengujian tahap kedua pada modul latihan gerak sendi bagian fleksi dan ekstensi pergelangan kaki ini, tidak bisa dilakukan pengujian, dikarenakan kinect tidak dapat mendeteksi posisi titik *joint* jari-jari kaki dan pergelangan kaki.

3. Modul Senam Osteoporosis

Senam osteoporosis merupakan olahraga atau aktivitas fisik yang dapat meningkatkan kepadatan mineral pada tulang, atau mengurangi hilangnya jaringan tulang terutama pada wanita pre-menopause dan post-menopause. Tujuan olahraga ini untuk memelihara kondisi punggung, mencegah dan mengobati osteoporosis. Gerakan senam osteoporosis tersebut ialah :



- a. Latihan Pertama (Berdiri)
  - i. Gerakan 1 : Posisi awal sikap tegap berdiri tegak lurus dengan kedua lengan di samping badan. Lalu, kedua lengan diangkat bergantian dan diayunkan keatas dengan mengangkat tumit, lalu lengan diturunkan kembali bersamaan menurunkan kedua tumit dan menuju ke sikap awal.
  - ii. Gerakan 2 : Posisi awal badan berdiri tegak dengan kedua lengan lurus mendatar setinggi bahu, lalu kedua lengan dibengkokkan dan menarik tubuh kedepan, lalu perlahan-lahan kedua lengan diluruskan kembali ke posisi awal.
  - iii. Gerakan 3 : Posisi awal badan berdiri tegak lalu perlahan-lahan jongkok dan kembali ke posisi awal.

No.	Jenis Gerakan	Rata-Rata Nilai Kesesuaian Gerakan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan (s)
1	Gerakan 1	73,26 %	15,11 s
2	Gerakan 2	86,22 %	6,74 s
3	Gerakan 3	77,40 %	26,94 s
	<b>Rata - Rata</b>	78,96 %	16,26 s

**Tabel 4.55** Hasil pengujian kemampuan *tracking* kamera Kinect dengan Modul 3 – Latihan Pertama (Berdiri)

Pada pengujian tahap ketiga ini pada modul senam osteoporosis bagian latihan pertama ini, *subject* mengikuti gerakan referensi dengan baik dan lancar. Rata-rata nilai kesesuaian gerakan pada modul osteoporosis latihan pertama ini ialah 78,96% dan rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tahap latihan ini ialah 16,26 s.

b. Latihan Kedua (Terlentang)

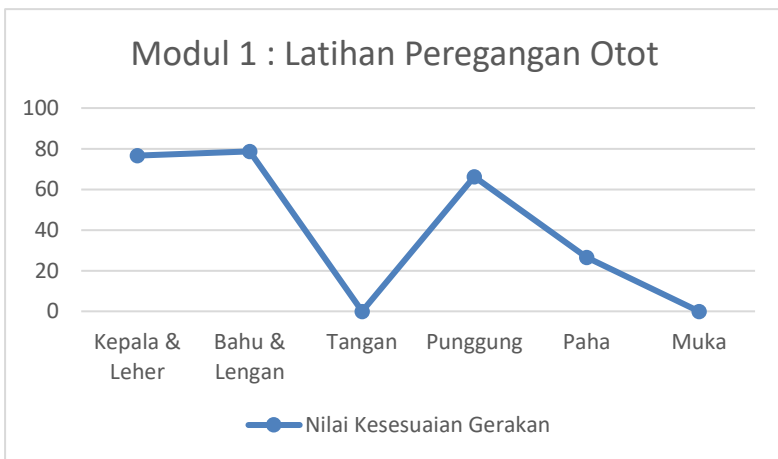
- i. Gerakan 1 : Kedua lengan dan tungkai direntangkan sejauh mungkin, kemudian kembali kesikap semula.
- ii. Gerakan 2 : Posisi awal lutut ditekuk dan punggung rapat pada lantai. Lengan kiri digerakkan perlahan-lahan sampai posisi tegak lurus dengan lantai. Lengan kiri perlahan-lahan kembali ke posisi semula. Gerakan yang sama dilakukan dengan lengan kanan.
- iii. Gerakan 3 : Kedua lutut dipeluk dan perlahan-lahan ditarik ke arah dada. Kemudian kembali ke posisi semula.
- iv. Gerakan 4 : Lutut ditekuk dan kedua lengan direntangkan ke samping setinggi bahu, lengan bawah tegak lurus dengan lantai, kedua siku ditekankan perlahan-lahan ke lantai, kemudian tekanan dikendurkan perlahan-lahan.
- v. Gerakan 5 : Posisi awal punggung lurus dan lutut ditekuk, tungkai kiri bagian bawah diangkat perlahan-lahan, kemudian tungkai kiri bawah perlahan-lahan diturunkan kembali. Gerakan serupa dilakukan dengan kaki kanan.
- vi. Gerakan 6 : Posisi awal punggung rata dengan lantai, kedua telapak tangan dan lutut perlahan-lahan ditekan kelantai, kemudian tekanan dikendurkan perlahan-lahan.

Pada pengujian tahap kedua pada modul senam osteoporosis ini, tidak bisa dilakukan pengujian, dikarenakan kinect tidak dapat mendeteksi posisi titik *joint* pada posisi terlentang.

Berdasarkan hasil pengujian diatas, dapat disimpulkan bahwa kemampuan *tracking* kamera kinect menangkap pergerakan gerakan referensi dari modul latihan peregangan otot, latihan gerak sendri dan senam osteoporosis dipengaruhi oleh berbagai jenis gerakan. Berbagai jenis gerakan yang tidak dapat ditangkap oleh kinect ialah :

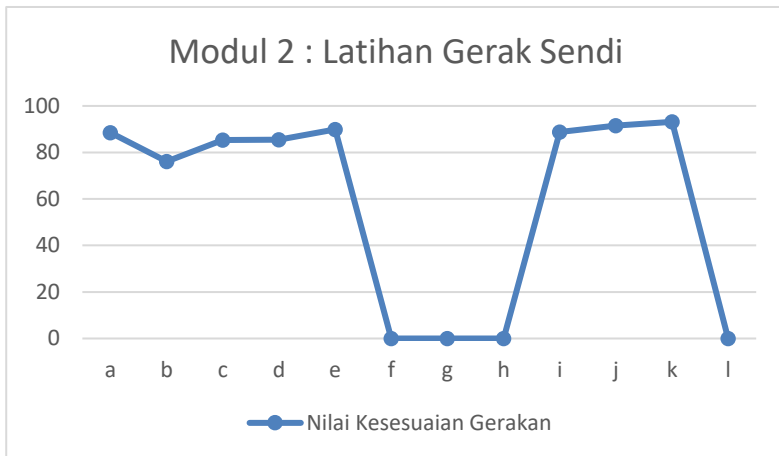
- a. Apabila gerakan terlalu pasif, maka sensor kinect akan susah untuk memrosesnya, tetapi apabila kebalikannya, gerakan yang aktif, maka kinect dapat menangkap dan memrosesnya dengan baik dan lancar.

- b. Gerakan yang membuat titik *joint* bertumpukan satu sama lain seperti gerakan bersedekap atau memegang leher, memeluk badan, akan membuat kinect *glitch* dalam membaca titik *joint* tersebut.
- c. Titik *joint* jari, pergelangan kaki dan pergelangan tangan tidak bisa ditangkap dengan detail oleh kinect.
- d. Gerakan dengan posisi awal telentang akan membuat titik *joint* bertumpukan dan susah untuk diproses oleh kinect.



**Gambar 4.8** Grafik pengujian pada modul 1, pengaruh berbagai jenis gerakan referensi terhadap performa perangkat lunak.

Pada Gambar 4.8, dapat dilihat bahwa setiap berbagai jenis gerakan akan berpengaruh terhadap performa daya tangkap kinect. Kamera ini tidak bisa menangkap titik *joint* tangan dan muka, oleh karena itu *subject* tidak bisa menyelesaikan latihan untuk tangan dan muka, sehingga nilai kesesuaian gerakannya ialah 0.

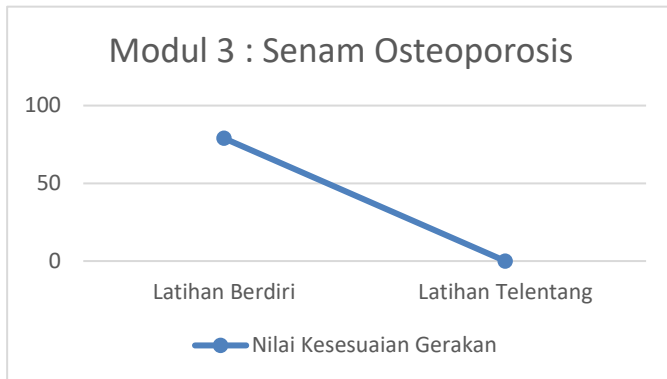


**Gambar 4.9** Grafik pengujian pada modul 2, pengaruh berbagai jenis gerakan referensi terhadap performa perangkat lunak.

Keterangan simbol pada grafik :

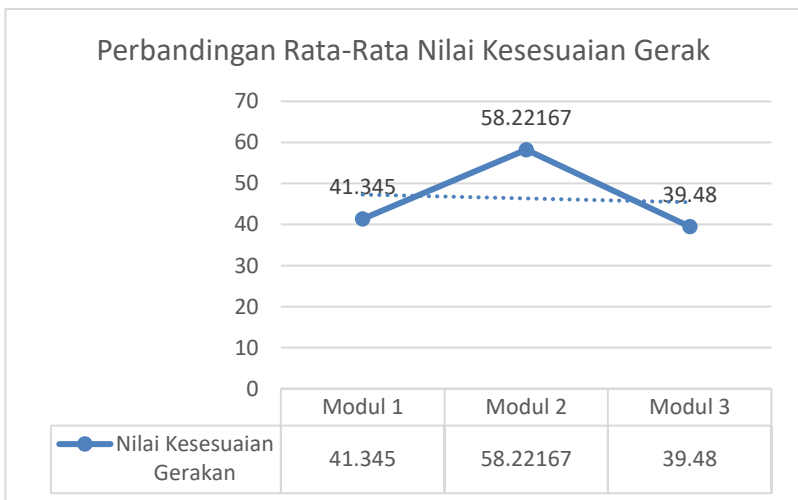
- Leher
- Fleksi dan Ekstensi Bahu
- Abduksi dan Adduksi Bahu
- Rotasi Bahu
- Fleksi dan Ekstensi Siku
- Pronasi dan Supinasi
- Fleksi dan Ekstensi Pergelangan Tangan
- Fleksi dan Ekstensi Jari
- Rotasi Pangkal Paha
- Abduksi dan Adduksi Pangkal Paha
- Fleksi dan Ekstensi Lutut
- Fleksi dan Ekstensi Pergelangan Kaki

Pada Gambar 4.9, dapat dilihat bahwa setiap berbagai jenis gerakan akan berpengaruh terhadap performa daya tangkap kinect. Kamera ini tidak bisa menangkap titik *joint* pronasi dan supinasi pada tangan, pergelangan tangan dan kaki serta jari, oleh karena itu *subject* tidak bisa menyelesaikan latihan untuk pronasi dan supinasi pada tangan, pergelangan tangan dan kaki serta jari, sehingga nilai kesesuaian gerakannya ialah 0.



**Gambar 4.10** Grafik pengujian pada modul 3, pengaruh berbagai jenis gerakan referensi terhadap performa perangkat lunak.

Pada Gambar 4.10, dapat dilihat bahwa setiap berbagai jenis gerakan akan berpengaruh terhadap performa daya tangkap kinect. Kamera ini tidak bisa menangkap titik *joint* saat *subject* telentang, sehingga nilai kesesuaian gerakannya ialah 0.



**Gambar 4.11** Grafik perbandingan rata-rata nilai kesesuaian gerak dari setiap modul

Dari hasil pengujian diatas, dapat disimpulkan bahwa berbagai jenis gerakan referensi akan mempengaruhi performa dari perangkat lunak. Hasil yang didapatkan dari ketiga modul tersebut ialah, modul 1 yang berisi tentang latihan peregangan otot, didapatkan nilai kesesuaian gerakan total sebesar 41,345 %, modul 2 yang berisi tentang latihan gerak sendi, didapatkan nilai kesesuaian gerakan total sebesar 58,22 %, dan modul 3 yang berisi tentang senam osteoporosis didapatkan nilai kesesuaian gerakan total sebesar 39,48 % dari banyaknya latihan yang ada pada masing-masing modul.

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

*Prototype* sistem “MedCap” dapat merekam gerakan referensi yang nantinya gerakan referensi tersebut akan dibandingkan secara *real-time* dengan gerakan *subject*. Perhitungan mengenai nilai kesesuaian gerakan menggunakan metode *Euclidean Distance* sudah dapat berjalan lancar pada sistem. Pengujian yang dilakukan merupakan pengujian mengenai kinerja sistem, yaitu pengaruh jarak *subject* terhadap *Kinect* untuk menentukan jarak optimum dalam melakukan gerakan rehabilitasi. Hasil yang didapatkan ialah, jarak yang paling optimum sistem bagi *subject* yang melakukan gerakan rehabilitasi ialah antara jarak 2.25 meter hingga 3 meter terhadap *Kinect*. Selain itu, pengujian kedua merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui performa perangkat dalam proses pengambilan data gerakan rehabilitasi terhadap gerakan referensi. Hasilnya ialah, sistem dapat merekam dan memberikan nilai kesesuaian gerakan sebesar 41,345 % pada modul 1 yang berisi tentang gerakan latihan peregangan otot, 58,22 % pada modul 2 yang berisi tentang gerakan latihan gerak sendi dan 39,48 % pada modul 3 yang berisi tentang gerakan senam osteoporosis. Hasil pengujian kedua tersebut mengindikasikan bahwa kamera *kinect* tidak bisa merekam semua jenis gerakan referensi, terdapat gerakan-gerakan yang tidak bisa direkam oleh kamera *kinect*, yaitu, gerakan yang terlalu pasif, gerakan yang membuat titik *joint* yang direkam *kinect* bertumpukan satu sama lain, gerakan yang menggunakan titik *joint* jari dan pergelangan tangan dan kaki dan gerakan dengan posisi awal telentang, akan membuat *kinect* sulit untuk menangkap gerakan, akibatnya akan sering terjadi *glitch* pada vektor *subject*.

#### **5.2 Penelitian Selanjutnya**

Penelitian selanjutnya sebaiknya menambahkan fitur *database online* sehingga fisioterapis mempunyai *database* gerakan rehabilitasi yang bisa digunakan untuk *subject*. Selain itu sistem yang berjalan secara *online* dapat membantu fisioterapis dalam melakukan *monitoring* kesehatan *subject*.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Statistik Fisioterapis:  
<http://www.http://ifi.or.id/index.php/public/overview/statistik-anggota>. Diakses pada 10 April 2016
- [2] Makawat Patanapanich, Vajirasak Vanijja. Information Technology - King Mongkut's University of Technology Thonburi, Thailand, "Self-Physical Rehabilitation System Using the Microsoft Kinect", 2014.
- [3] A. Fernandez-Baena, A. Susin, X. Lligadas, Grup de Tecnologies Media (GTM) La Salle - University Ramon Llull Barcelona, Spain, "Biomechanical Validation of Upper-body and Lower-body Joint Movement of Kinect Motion Capture Data for Rehabilitation Treatments", 2012.
- [4] Totilo, Stephen (January 7, 2010). "Natal Recognizes 31 Body Parts, Uses Tenth of Xbox 360 "Computing Resources"". Kotaku, Gawker Media, 2010.
- [5] A. Latif, Md.Yusof, Sidek dan Shikhraji, "A Gaming-Based System for Stroke Patients Physical Rehabilitation," *IEEE Conference on Biomedical Engineering and Sciences*, vol. 1, pp. 690-695, 2014
- [6] S. Saini, D. R. A. Rambli, S. Sulaiman, M. N. Zakaria dan S. R. M. Shukri, "International Conference on Computer & Information Science," *A Low-cost Game Framework for a Home-based*, vol. 1, no. 1, pp. 55-60, 2012.
- [7] N. Kitsunezaki, E. Adachi, T. Masuda dan J.-i. Mizusawa, "SCOPE," KINECT Applications for The Physical, vol. 1, no. 1, pp. 1-6, 2013.
- [8] O. S. Purwanti dan A. Maliya, "Berita Ilmu Keperawatan ISSN 1979-2697," *REHABILITASI KLIEN PASCA STROKE*, vol. 1, no. 1, pp. 43-46, 2008.
- [9] M. Patanapanich, V. Vanijja dan P. Dajpratham, "International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI) 2014," Self-Physical Rehabilitation System, vol. 1, no. 1, pp. 241-247, 2014.
- [10] D. Noonan, P. Mountney, D. Elson, A. Darzi dan G.-Z. Yang, "In proc ICRA," *A Stereoscopic Fibroscope for Camera Motion and*

- 3D Depth Recovery During Minimally Invasive Surgery*, pp. pp. 4463-4468, 2009.
- [11] N. Castings dan J. Gatt, "Motion Capture Actors," *Body Movement Tells the Story*, 2014.
  - [12] A. H. Salomon, "Backstage Magazine," *Growth In Performance Capture Helping Gaming Actors Weather Slump*, 2013
  - [13] B. Child, "The Guardian," *Andy Serkis: why won't Oscars go ape over motion-capture acting*, 2011.
  - [14] D. G. E. Robertson. [Online]. Available: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6896127>. [Diakses 1 Juni 2017].
  - [15] Thomas 89. [Online]. Available: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=43013731>. [Diakses Juni 1 2017].
  - [16] S. Kuroki, "ISBN 3-540-57234-1," "*Walkthrough using Animation database MOVE*" in *Database and expert systems applications*, vol. 4, pp. pages 760-763, 1994.
  - [17] K. Sumi, "ICIDS," "*Interactive Storytelling System Using Recycle-Based Story Knowledge*", pp. 74-85, 2009.
  - [18] G. Rogez, "Human Motion: Understanding, Modeling, Capture and Animation: HumanMotion," "*Exploting Spatio-temporal constraints for Robust 2D Pose Tracking*", pp. 58-72, 2007.
  - [19] D. Thalmann dan S. R. Musse, *Crowd simulation*, pp. 59-64, 2007.
  - [20] M. Gleicher, "Proceeding SIGGRAPH '08 ACM SIGGRAPH," *Motion Graphs*, 2008.
  - [21] Yuizona, Takaya, "Knowledge-Based Intelligent Information Engineering Systems," "*Cognitive Development Environment of Sign Language Animation System Using Humanoid Model*", 2002.
  - [22] Egges, Arjan, "Proceedings of the 12th Pacific Graphics Conference," "*Personalized Real-time Idle Motion Synthesis*", p. 121-130, 2004.

## LAMPIRAN

### Modul Terapi Latihan Fisik Peregangan Otot pada Usia Lanjut Menurut Buku Keperawatan Gerontik, Politeknik Kesehatan Kemenkes Malang

Nama Terapi	Latihan Fisik Peregangan Otot
<b>Tujuan</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Mengoptimalkan gerak otot dan sendi</li><li>2. Meningkatkan kebugaran jasmani</li><li>3. Mengurangi resiko cedera otot dan sendi</li><li>4. Mengurangi ketegangan dan nyeri otot</li></ol>
<b>Kebijakan</b>	Terapi ini dapat mempertahankan kebugaran jasmani, untuk memelihara dan mempertahankan kesehatan jasmani, dengan melakukan latihan kelenturan (flexibility), yang merupakan kemampuan untuk menggerakkan otot dan sendi pada seluruh daerah pergerakannya. Latihan peregangan otot dapat dilakukan beberapa menit dalam sehari, sebaiknya dilakukan pada kondisi badan yang baik, dimulai dengan yang ringan kemudian ditingkatkan secara bertahap
<b>Prosedur</b>	<p>Persiapan</p> <p>A. Klien</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Pada yang baru mengikuti latihan harus dilakukan pemeriksaan kesehatan umum meliputi riwayat penyakit, diet, kebiasaan merokok, berat badan, tinggi badan dan tekanan darah.</li><li>2. Satu setengah – dua setengah jam sebelum latihan, makan terlebih dahulu.</li></ol> <p>B. Alat</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Pakaian/kaos yang nyaman dan menyerap keringat.</li><li>2. Sepatu yang lentur dan nyaman dipakai (tapak kaki sebagai bantalan pelindung, cukup luas untuk jari kaki, tingginya dari <math>\frac{1}{2}</math> sampai <math>\frac{3}{4}</math> inci)</li><li>3. Kaos kaki dari bahan katun yang pas dan</li></ol>

	<p>nyaman</p> <p>C. Lingkungan</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aman tidak banyak kendaraan bermotor, udaranya masih bersih (tidak banyak polusi)</li> <li>2. Bila perlu dilakukan di tempat khusus (lapangan olahraga)</li> </ol> <p><b>PELAKSANAAN</b></p> <p><b>Latihan Kepala dan Leher</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Putar kepala ke samping kiri, kemudian ke kanan sambil melihat ke bahu</li> <li>2) Miringkan kepala ke bahu sebelah kanan lalu ke kiri</li> </ol> <p><b>Latihan Bahu dan Lengan</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Angkat bahu ke atas mendekati telinga kemudian turunkan kembali perlahan-lahan</li> <li>2) Tepukkan kedua telapak tangan dan regangkan lengan ke depan setinggi bahu. Pertahankan bahu tetap lurus dan kedua lengan bertepuk kemudian angkat lengan ke atas kepala</li> <li>3) Dengan satu tangan menyentuh bagian belakang dari leher, raihlah punggung anda sejauh mungkin yang dapat dicapai</li> <li>4) Letakkan tangan di pinggang, kemudian coba meraih ke atas sedapatnya</li> </ol> <p><b>Latihan Tangan</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Letakkan telapak tangan tertelungkup di atas meja, lebarkan jari-jari dan tekan ke meja</li> <li>2) Balikkan telapak tangan, tarik ibu jari sampai menyentuh jadi kelingking, kemudian tarik kembali. Lanjutkan dengan menyentuh tiap-tiap jari.</li> <li>3) Kepalkan tangan sekuatnya kemudian regangkan jari-jari selurus mungkin.</li> </ol> <p><b>Latihan Punggung</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Dengan tangan di samping, bengkokkan badan ke satu sisi kemudian ke sisi yang lain.</li> <li>2) Letakkan tangan di pinggang dan tahan kedua kaki, putar tubuh dengan melihat bahu ke kiri lalu ke kanan</li> </ol>
--	---

	<p>3) Posisi tidur telentang dengan lutut dilipat dan telapak kaki datar pada tempat tidur</p> <p>4) Regangkan kedua lengan ke samping. Tahan bahu pada tempatnya dan jatuhkan kedua lutut ke samping kiri dan kanan</p> <p>5) Tepukkan ke dua tangan ke belakang kemudian regangkan kedua bahu ke belakang</p> <p><b>Latihan Paha</b></p> <p>1) Latihan ini dapat dilakukan dengan berdiri tegak atau dengan posisi tidur. Lipat satu lutut sampai dada lalu kembali lagi. Bergantian dengan yang lain.</p> <p>2) Regangkan kaki ke samping sejauh mungkin. Kembali lagi. Kerjakan satu per satu.</p> <p>3) Duduklah dengan kaki lurus ke depan, tekankan kedua lutut pada tempat tidur sampai bagian belakang lutut menyentuh tempat tidur.</p> <p>4) Tahan kaki lurus tanpa membengkokkan lutut, tarik kaki ke arah kita kemudian regangkan lagi.</p> <p>5) Tekuk dan regangkan jari-jari kaki tanpa menggerakkan lutut</p> <p>6) Tahan lutut tetap lurus, putar telapak kaki ke dalam sehingga permukaannya saling bertemu. Kemudian kembali lagi.</p> <p>7) Berdiri dengan tegak dan berpegangan pada satu tumpuan, angkat tumit tinggi-tinggi kemudian putarkan tumit.</p> <p><b>Latihan Muka</b></p> <p>1) Kerutkan muka kuat-kuat kemudian tariklah alis ke atas</p> <p>2) Tutup mata kuat-kuat kemudian buka lebar-lebar</p> <p>3) Kembangkan pipi keluar sedapatnya kemudian hisap kedalam</p> <p>4) Tarik bibir ke belakang sedapatnya kemudian ciutkan dan bersiul.</p>
<b>Indikator Pencapaian</b>	<p>1. Rentang gerak yang dilatih optimal</p> <p>2. Otot yang dilatih tidak terasa kaku</p> <p>3. Nyeri berkurang</p>

**Modul Latihan Gerak Sendi atau Range of Motion (ROM) Pasif  
Menurut Standart Operating Procedure (SOP) Politeknik  
Kesehatan Kemenkes Malang**

<b>Nama Latihan</b>	<b>Latihan ROM Pasif</b>
<b>Pengertian</b>	<i>Range of movement</i> , merupakan latihan gerak sendi yang dilakukan oleh perawat kepada pasien.
<b>Indikasi</b>	Pasien yang <i>bed rest</i> lama dan beresiko untuk terjadi kontraktur persendian
<b>Tujuan</b>	Memperbaiki tingkat mobilitas fungsional ekstremitas klien, mencegah kontraktur dan pengecilan otot dan tendon, serta meningkatkan sirkulasi darah pada ekstremitas, menurunkan komplikasi vaskular immobilisasi dan meningkatkan kenyamanan klien
<b>Petugas</b>	Perawat, Pembimbing mahasiswa, Fasilitator lab
<b>Pengkajian</b>	Tanda-tanda Vital, Persendian dan otot
<b>Persiapan Tempat &amp; Alat</b>	Tempat tidur, bantal, balok drop food, Hanskoon
<b>Persiapan Pasien</b>	Menjelaskan tujuan pelaksanaan, mengatur posisi lateral lurus (terlentang biasa)
<b>Pelaksanaan</b>	<p><b>A. Fleksi, ekstensi, Hiperekstensi, Rotasi Tulang Cervikal (Leher);</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Letakkan tangan kiri perawat di bawah kepala pasien dan tangan kanan pada pipi/wajah pasien.</li> <li>2. Lakukan gerakan <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Rotasi : tundukkan kepala, putar ke kiri dan ke kanan</li> <li>b. Fleksi dan ekstensi : gerakkan kepala menyentuh dada kemudian kepala sedikit ditengadahkan</li> <li>c. Fleksi Lateral : gerakan kepala ke samping kanan dan kiri hingga telinga dan bahu hampir bersentuhan</li> </ol> </li> <li>3. Observasi perubahan yang terjadi</li> </ol>

	<p><b>B. Fleksi / Ekstensi Bahu</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Letakkan satu tangan perawat di atas siku pasien dan pegang tangan pasien dengan tangan lainnya.</li> <li>2. Angkat lengan pasien pada posisi awal</li> <li>3. Lakukan gerakan mendekati tubuh</li> <li>4. Lakukan observasi perubahan yang terjadi. Misalnya, rentang gerak bahu dan kekakuan.</li> </ol> <p><b>C. Abduksi dan Adduksi Bahu</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Letakkan satu tangan perawat di atas siku pasien dan pegang tangan pasien dengan tangan lainnya.</li> <li>2. Gerakkan lengan pasien menjauh dari tubuhnya ke arah perawat. (Ke arah samping)</li> <li>3. Kembali ke posisi semula.</li> <li>4. Catat perubahan yang terjadi. Misal, rentang gerak bahu, adanya kekakuan, adanya nyeri.</li> </ol> <p><b>D. Rotasi Bahu</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atur posisi lengan pasien menjauhi dari tubuh (ke samping) dengan siku menekuk.</li> <li>2. Letakkan satu tangan perawat di lengan atas dekat siku pasien dan pegang tangan pasien dengan tangan lainnya.</li> <li>3. Lakukan rotasi bahu dengan lengan ke bawah sampai menyentuh tempat tidur, telapak tangan menghadap ke bawah.</li> <li>4. Kembalikan lengan ke posisi awal.</li> <li>5. Gerakkan lengan bawah ke belakang sampai menyentuh tempat tidur, telapak tangan menghadap ke atas.</li> <li>6. Kembalikan ke posisi awal</li> <li>7. Catat perubahan yang terjadi. Misal, rentang gerak bahu, adanya kekakuan dan adanya nyeri.</li> </ol>
--	---

	<p><b>E. Fleksi dan Ekstensi Siku</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atur posisi lengan pasien dengan menjauhi sisi tubuh dan telapak mengarah ke tubuh pasien.</li> <li>2. Letakkan tangan perawat di atas siku pasien dan pegang tangan pasien dengan tangan lainnya.</li> <li>3. Tekuk siku pasien sehingga tangan pasien mendekat ke bahu.</li> <li>4. Lakukan dan kembalikan ke posisi sebelumnya.</li> <li>5. Lakukan observasi terhadap perubahan yang terjadi. Misalnya, rentang gerak pada siku, kekakuan sendi dan adanya nyeri.</li> </ol> <p><b>F. Pronasi dan Supinasi Lengan Bawah</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atur posisi lengan pasien dengan siku menekuk/lurus.</li> <li>2. Letakkan satu tangan perawat pada pergelangan tangan pasien dan pegang tangan pasien dengan tangan lainnya.</li> <li>3. Putar lengan bawah pasien ke arah kanan atau kiri.</li> <li>4. Kembalikan ke posisi awal sebelum dilakukan pronasi dan supinasi.</li> <li>5. Lakukan observasi terhadap perubahan yang terjadi. Misal, rentang gerak lengan bawah dan kekakuan.</li> </ol> <p><b>G. Fleksi dan Ekstensi Pergelangan Tangan</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atur posisi lengan pasien dengan menjauhi sisi tubuh dan siku menekuk</li> <li>2. Pegang tangan pasien dengan satu tangan dan tangan yang lain memegang pergelangan tangan pasien</li> <li>3. Tekuk tangan pasien ke depan sejauh mungkin.</li> <li>4. Lakukan observasi terhadap perubahan yang terjadi. Misalnya, rentang gerak</li> </ol>
--	--



	<p>pergelangan dan kekakuan sendi.</p> <p><b>H. Cara Fleksi dan Ekstensi Jari-jari</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pegang jari-jari tangan pasien dengan satu tangan sementara tangan lain memegang pergelangan</li> <li>2. Bengkokkan (tekuk/fleksikan) jari-jari ke bawah.</li> <li>3. Luruskan jari-jari (ekstensikan) kemudian dorong ke belakang (hiperekstensikan).</li> <li>4. Gerakan kesamping kiri-kanan (Abduksi-aduksikan)</li> <li>5. Kembalikan ke posisi awal.</li> <li>6. Catat perubahan yang terjadi. Misal, rentang gerak, dan adanya kekakuan sendi.</li> </ol> <p><b>I. Cara Rotasi Pangkal Paha</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Letakkan satu tangan perawat pada pergelangan kaki pasien dan satu tangan yang lain diatas lutut pasien</li> <li>2. Putar kaki kearah pasien</li> <li>3. Putar kaki kearah pelaksana</li> <li>4. Kembalikan ke posisi semula</li> <li>5. Observasi perubahan yang terjadi</li> </ol> <p><b>J. Cara Abduksi dan Adduksi Pangkal Paha</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Letakkan satu tangan perawat dibawah lutut pasien dan satu tangan pada tumit</li> <li>2. Angkat kaki pasien kurang lebih 8 cm dari tempat tidur dan pertahankan posisi tetap lurus. Gerakan kaki menjauhi badan pasien atau kesamping ke arah perawat</li> <li>3. Gerakkan kaki mendekati dan menjauhi badan pasien</li> <li>4. Kembalikan ke posisi semula</li> <li>5. Cuci tangan setelah prosedur dilakukan</li> <li>6. Observasi perubahan yang terjadi, Misal, rentang gerak dan adanya kekakuan sendi.</li> </ol>
--	---

	<p><b>K. Cara Fleksi dan Ekstensi Lutut</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Letakkan satu tangan di bawah lutut pasien dan pegang tumit pasien dengan tangan yang lain.</li> <li>2. Angkat kaki, tekuk pada lutut dan pangkal paha</li> <li>3. Lanjutkan menekuk lutut ke arah dada pasien sejauh mungkin dan semampu pasien</li> <li>4. Turunkan dan luruskan lutut dengan tetap mengangkat kaki ke atas</li> <li>5. Kembalikan ke posisi semula</li> <li>6. Cuci tangan setelah prosedur dilakukan</li> <li>7. Observasi perubahan yang terjadi. Misal, rentang gerak dan adanya kekakuan sendi.</li> </ol> <p><b>L. Cara Fleksi dan Ekstensi Pergelangan Kaki</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Letakkan satu tangan pada telapak kaki pasien dan satu tangan yang lain di atas pergelangan kaki, jaga kaki lurus dan rileks.</li> <li>2. Tekuk pergelangan kaki, arahkan jari-jari kaki ke arah dada atau ke bagian atas tubuh pasien.</li> <li>3. Kembalikan ke posisi awal.</li> <li>4. Tekuk pergelangan kaki menjauhi dada pasien. Jari dan telapak kaki diarahkan kebawah.</li> <li>5. Observasi perubahan yang terjadi. Misal, rentang gerak dan kekakuan.</li> </ol>
--	---

**Modul Senam Osteoporosis Menurut Standart Operating Procedure (SOP) Politeknik Kesehatan Kemenkes Malang**

<b>Nama Terapi</b>	<b>Senam Osteoporosis</b>
<b>Pengertian</b>	Olahraga atau aktivitas fisik yang dapat meningkatkan kepadatan mineral pada tulang, atau mengurangi hilangnya jaringan tulang terutama pada wanita pre-monopouse dan post-menopouse
<b>Tujuan</b>	Olahraga ini untuk memelihara kondisi punggung, mencegah dan mengobati osteoporosis, klien juga dianjurkan berolahraga jalan, berenang atau bersepeda.
<b>Kebijakan</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Latihan dilakukan sehari dua kali, tiap gerakan 5-10 kali.</li> <li>Diselenggarakan 3-5x/minggu (minimal 2x/minggu).</li> <li>Bagi para manula latihan ini dapat dilakukan diatas tilam yang keras.</li> <li>Latihan dilakukan dengan berdiri dan dengan telentang</li> <li>Bermanfaat bagi manula terutama wanita (dapat mencegah dan/atau memperbaiki proses osteoporosis atau kerapuhan tulang yang timbul pada proses menua)</li> </ol>
<b>Prosedur</b>	<p align="center"><b>SENAM OSTEOPOROSIS</b></p> <p><b>PERSIAPAN</b></p> <p><b>A. Klien</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Jelaskan tujuan dan tahapannya</li> <li>Klien memungkinkan untuk dilakukan latihan</li> <li>Klien menggunakan pakaian yang nyaman</li> </ol> <p><b>B. Lingkungan</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Ruangan yang tenang, terang dan nyaman.</li> <li>Kursi, tempat tidur/alas tidur yang nyaman</li> </ol> <p><b>PELAKSANAAN</b></p> <p><b>I. Latihan Pertama (Berdiri)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Tubuh bersandar ke dinding. Selama latihan</li> </ol>

	<p>berlangsung berdiri tegak lurus dengan kedua lengan di samping badan. Kedua lengan diangkat bergantian/diayunkan ke atas sambil mengangkat kedua tumit secara perlahan lahan menarik napas (inspirasi) sedalam mungkin, lalu lengan diturunkan kembali bersamaan menurunkan kedua tumit ke sikap semula sambil perlahan-lahan mengeluarkan napas (ekspirasi).</p> <p>b. Berdiri tegak dengan kedua lengan lurus mendatar setinggi bahu dengan telapak tangan menempel pada dinding. Kedua lengan perlahan-lahan dibengkokkan dan sedapat mungkin dahi sampai menyentuh dinding, disertai dengan menarik napas. Kedua lengan perlahan-lahan diluruskan sambil mengeluarkan napas.</p> <p>c. Jongkok perlahan-lahan serendah mungkin disertai mengeluarkan napas, kemudian berdiri perlahan-lahan disertai menarik napas.</p> <p>II. Latihan Kedua (Terlentang)</p> <p>a. Kedua lengan dan tungkai direntangkan menurut anak panah sejauh mungkin. Perut dikempiskan perlahan-lahan agar punggung rapat pada lantai dibarengi dengan inspirasi, kemudian dikendurkan kembali kesikap semula dengan disertai ekspirasi.</p> <p>b. Lutut ditekuk dan punggung rapat pada lantai. Lengan kiri digerakkan perlahan-lahan menurut arah panah dibarengi dengan inspirasi sampai posisi tegak lurus dengan lantai. Lengan kiri perlahan-lahan kembali ke posisi semula sambil mengeluarkan napas. Gerakan yang sama dilakukan dengan lengan kanan.</p> <p>c. Kedua lutut dipeluk dan perlahan-lahan ditarik kearah dada sambil mengeluarkan napas, sampai pantat terangkat dari lantai.</p>
--	---

	<p>Kemudian kembali ke posisi semula sambil menarik napas.</p> <p>d. Lutut ditekuk dan kedua lengan direntangkan ke samping setinggi bahu, lengan bawah tegak lurus dengan lantai, kedua siku ditekankan perlahan-lahan ke lantai sambil mengeluarkan napas, kemudian tekanan dikendurkan perlahan-lahan sambil menarik napas.</p> <p>e. Punggung lurus dan lutut ditekuk, tungkai kiri bagian bawah diangkat perlahan-lahan menurut arah anak panah disertai dengan menarik napas, kemudian tungkai kiri bawah perlahan-lahan diturunkan kembali sambil mengeluarkan napas. Gerakan serupa dilakukan dengan kaki kanan.</p> <p>f. Punggung rata dengan lantai, kedua telapak tangan dan lutut perlahan-lahan ditekan kelantai sambil mengeluarkan napas. Dalam hal ini terjadi kontraksi otot-otot pinggul, pantat dan paha. Kemudian tekanan dikendurkan perlahan-lahan sambil menarik nafas.</p>
<b>Indikator Pencapaian</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Klien merasa nyaman</li> <li>2. Klien merasa tenang dan rileks</li> <li>3. Tanda-tanda vital dalam batas normal</li> </ol>

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BIOGRAFI PENULIS



Harista Agam, lahir pada 5 September 1995 di Malang, Jawa Timur. Penulis lulus dari SMP Negeri 5 Malang pada tahun 2010 kemudian melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 5 Malang hingga lulus pada tahun 2013. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan sarjana ke Departemen Teknik Komputer ITS Surabaya pada bidang studi Game dan Perangkat Mobile. Saat di kuliah penulis aktif dalam berbagai organisasi termasuk menjadi Asisten Lab B201, ITS Expo 2014, dan Commtech 2017. Selama masa kuliah penulis mengikuti perlombaan internasional Intel Realsense Challenge 2014, i-FEST 3.0 2016, BEMC 2016 dan berbagai lomba lainnya. Penulis sangat tertarik dengan pemrograman dan segala hal yang berhubungan dengan komputer, dan berencana melanjutkan studi pada bidang yang berkaitan.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*